

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



} | Институт
Компьютерных
Технологий и
Информационной
Безопасности



VII Всероссийская научно-техническая конференция

«ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ»

Сборник статей
Всероссийской научно-технической конференции
5–11 апреля 2021

Таганрог
2021

УДК 004.02 004.05 004.3 004.4 004.5

Фундаментальные и прикладные аспекты компьютерных технологий и информационной безопасности: материалы VII Всероссийской научно-технической конференции. – Таганрог, 2021. – 493 с.

В сборник трудов VII Всероссийской научно-технической конференции «Фундаментальные и прикладные аспекты компьютерных технологий и информационной безопасности» вошли статьи по следующим секциям: «Информационная безопасность», «Математическое и программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем», «Системные технологии и процессы управления», «Современные информационные технологии», «Математическое моделирование в инженерных науках», «Гуманитарные аспекты компьютерных технологий и информационной безопасности».

Материалы публикуются в авторской редакции

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

Председатель

Веселов Г.Е. – директор Института компьютерных технологий и информационной безопасности ИТА ЮФУ.

Зам. председателя

Самойлов А.Н. – зав. кафедрой вычислительной техники, зам. директора Института компьютерных технологий и информационной безопасности ИТА ЮФУ по научной и международной деятельности.

Ученый секретарь

Кулиев Э.В. – доцент кафедры систем автоматизированного проектирования Института компьютерных технологий и информационной безопасности ИТА ЮФУ.

ЧЛЕНЫ ОРГКОМИТЕТА

Петренко В.И. – директор Института информационных технологий и телекоммуникаций Северо-Кавказского федерального университета;

Аракелов А.В. – проректор по учебной работе Адыгейского государственного университета;

Доргушаова А.К. – декан факультета информационных систем в экономике и юриспруденции Майкопского государственного технологического университета;

Першин И.М. – заведующий кафедрой систем управления и информационных технологий, Филиал Северо-Кавказского федерального университета в г. Пятигорске.

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

Председатель

Самойлов А.Н. – зав. кафедрой вычислительной техники, зам. директора Института компьютерных технологий и информационной безопасности ИТА ЮФУ по научной и международной деятельности.

Ученый секретарь

Кулиев Э.В. – доцент кафедры систем автоматизированного проектирования Института компьютерных технологий и информационной безопасности ИТА ЮФУ.

ЧЛЕНЫ ПРОГРАММНОГО КОМИТЕТА

Пирская Л.В. – к.т.н., доцент кафедры математического обеспечения и применения ЭВМ;

Ищукова Е.А. – к.т.н., доцент кафедры безопасности информационных технологий;

Кравченко Ю.А. – к.т.н., доцент кафедры систем автоматизированного проектирования;

Ляпунова И.А. – к.т.н., доцент кафедры высшей математики;

Кучеров С.А. – к.т.н., доцент кафедры системного анализа и телекоммуникаций;

Пленкин А.П. – к.т.н., доцент кафедры информационной безопасности и телекоммуникационных систем;

Поленов М.Ю. – к.т.н., доцент кафедры вычислительной техники;

Целых А.А. – к.т.н., доцент кафедры информационно-аналитических систем безопасности им. профессора Л.С. Берштейна;

Кибальченко И.А. – д.псих.н., профессор кафедры психологии и безопасности жизнедеятельности;

Компаниец В.С. – к.т.н., доцент кафедры психологии и безопасности жизнедеятельности;

Мушенко А.С. – к.т.н., доцент кафедры синергетики и процессов управления.

Секция 1. ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Информационная безопасность автоматизированных систем

Е.А. Толоманенко

ПОСТРОЕНИЕ ПОЛИНОМОВ ЖЕГАЛКИНА ДЛЯ ОПИСАНИЯ РАБОТЫ БЛОКОВ ЗАМЕНЫ В СИММЕТРИЧНЫХ ШИФРАХ

Руководитель – д.т.н., профессор кафедры безопасности информационных технологий Л.К. Бабенко

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Существует два вида гомоморфного шифрования: частичное и полное. Частичное гомоморфное шифрование (PHE) – это когда только одна операция может быть выполнена с зашифрованным текстом, например, сложение или умножение [2]. Полностью гомоморфное шифрование (FHE) может поддерживать одновременно операции сложения и умножения, что позволяет выполнять больше вычислений над зашифрованными данными [4].

В 2009 году сотрудником IBM Крейгом Джентри была предложена первая криптостойкая асимметричная полностью гомоморфная схема шифрования на основе идеальных решеток [6]. За последние десять лет появилось много работ, в которых были предложены различные модификации и оптимизации данной схемы. В 2011–2012 годах появилось новое поколение асимметричных полностью гомоморфных шифров, основанных на сложных задачах: 1) решение СЛАУ с возмущенной правой частью над кольцом вычетов и решение СЛАУ с возмущенной правой частью над кольцом полиномов. С использованием предложенной авторами методики позволили получить работоспособные реализации. Данные варианты не являются универсальными, так как не позволяют провести вычисления абсолютно любой БС. Поэтому такие криптосистемы называются усеченно-полностью гомоморфными (УПГШ) [7]. Недостатком УПГШ является и то, что на этапе генерации ключей и выбора всех исходных параметров необходимо заранее жестко зафиксировать максимальное количество мультипликативных уровней булевой схемы, которую необходимо вычислить. Схема УПГШ была оптимизирована и реализована в библиотеке NTLib, что позволяет использовать ее в составе более сложных схем [1].

В 2012 году Джентри сначала показал как можно выполнять самокоррекцию шифров [5], а затем показал, как можно использовать схему полностью гомоморфного шифрования совместно с алгоритмом шифрования AES [8]. Идея, предложенная Джентри заключается в следующем. Для данных, зашифрованных сначала симметричным шифром, а потом сверху гомоморфным шифром, можно произвести расшифрование симметричной системой с использованием ключа шифрования, не снимая при этом гомоморфное шифрование. Для этого нужно представить все операции для алгоритма выработки раундовых ключей и для алгоритма расшифрования в виде простых булевых функций.

В симметричных блочных шифрах, как правило, наибольшую сложность для битового представления вызывают нелинейные компоненты, такие как, например, S-блоки замены. Известно, что любой блок замены может быть представлен в виде полинома Жегалкина. В ходе работы был разработан алгоритм по обработки значений S-блока замены с целью построения полинома Жегалкина, который сводится к следующим пунктам:

1. Представить S-блок замены в виде двумерной матрицы (по аналогии с шифром AES).
2. В заголовках таблицы: по горизонтали записать позиции битов в соответствии с единичными значениями для последовательности $x_3x_2x_1x_0$; по вертикали записать позиции битов в соответствии с единичными значениями для последовательности $x_7x_6x_5x_4$.
3. Для формирования полинома Жегалкина i -го разряда последовательности необходимо в ячейках таблицы оставить только i -ый бит результирующего значения.
4. Если в первой ячейке таблицы (координата (0,0)) стоит 1, то необходимо в полином Жегалкина добавить 1, а в таблице инвертировать все позиции (0 в 1, 1 в 0).
5. Если в таблице еще есть ненулевые позиции, то
 - 5.1. Записать в полином Жегалкина слагаемое, состоящее из объединенных координат строки и столбца
 - 5.2. Инвертировать те значения таблицы, в которые данные координаты входят полностью.
6. Вернуться к шагу 5.

На основании данного разработанного алгоритма была получена реализация, которая позволяет получить полиномы Жегалкина для заданного S-блока замены. На рис. 1 приведен пример работы полученной реализации, построен полином Жегалкина для получения бита x_0 при преобразовании данных с использованием алгоритма шифрования Кузнечик. Структуру S-блока и описание основных принципов его работы можно найти в [3].

Также были получены полиномы Жегалкина для прямого и инверсного блоков замены для упрощенного алгоритма Кузнечик S-KN2, предложенного коллективом авторов ЮФУ (Бабенко Л.К., Ищуква Е.А., Анисеев М.В.) [9]. Общий вид таблиц замены и представление полиномов для алгоритма S-KN2 показаны на рис. 2. Прямой блок замены необходимо использовать для процедуры выработки раундовых подключей, а инверсный – для расшифрования данных.

Теперь, когда мы имеем битовое выражение для получения каждого бита после преобразования прямого и инверсного S-блоков, можно составить схему, разбив операции по глубине.

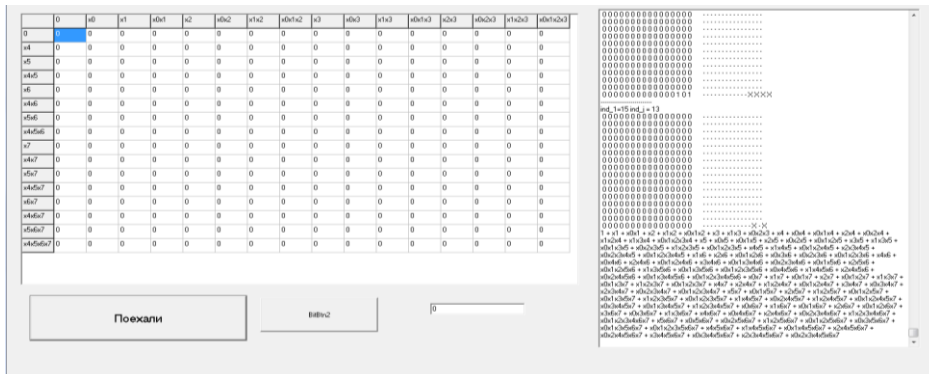


Рис. 1. Программная реализация алгоритма по построению полиномов Жегалкина

Прямой S-блок:

Вход	Выход
$x_3x_2x_1x_0$	$x'_3x'_2x'_1x'_0$
0000	0011
0001	0110
0010	1010
0011	0111
0100	1111
0101	0000
0110	0101
0111	1011
1000	0010
1001	1100
1010	0001
1011	1110
1100	0100
1101	1001
1110	1101
1111	1000

Для прямого S-блока:

$$x'_1 = 1 + x_0x_2 + x_1x_2 + x_0x_3 + x_1x_3 + x_2x_3$$

$$x'_2 = 0 + x_0 + x_2$$

$$x'_3 = 0 + x_1 + x_0x_1 + x_2 + x_0x_2 + x_0x_1x_2 + x_0x_3 + x_1x_3 + x_0x_1x_3 + x_2x_3 + x_0x_2x_3 + x_1x_2x_3$$

Инверсный S-блок:

Вход	Выход
$x_3x_2x_1x_0$	$x'_3x'_2x'_1x'_0$
0000	0101
0001	1010
0010	1000
0011	0000
0100	1100
0101	0110
0110	0001
0111	0011
1000	1111
1001	1101
1010	0010
1011	0111
1100	1001
1101	1110
1110	1011
1111	0100

Для инверсного S-блока:

$$x'_0 = 1 + x_0 + x_1 + x_0x_1 + x_2 + x_0x_2 + x_0x_1x_2 + x_0x_3 + x_2x_3 + x_1x_2x_3$$

$$x'_1 = 0 + x_0 + x_0x_1 + x_0x_1x_2 + x_3 + x_0x_2 + x_2x_3 + x_1x_2x_3$$

$$x'_2 = 1 + x_0 + x_1 + x_0x_1 + x_0x_2 + x_0x_1x_2 + x_0x_3 + x_2x_3 + x_1x_2x_3$$

$$x'_3 = 0 + x_1 + x_2 + x_0x_1x_2 + x_3 + x_0x_3 + x_2x_3 + x_1x_2x_3$$

Рис. 2. Полиномы Жегалкина для прямого и инверсного S-блока алгоритма шифрования S-KN1

На рис. 3 представлено получение бита x'_0 для прямого S-блока. Видно, что в данном случае требуется два уровня умножения. Сложение по сравнению с умножением может вызвать переполнение только в одном разряде. Поэтому в данном случае глубиной сложения (равна пяти) можно пренебречь.

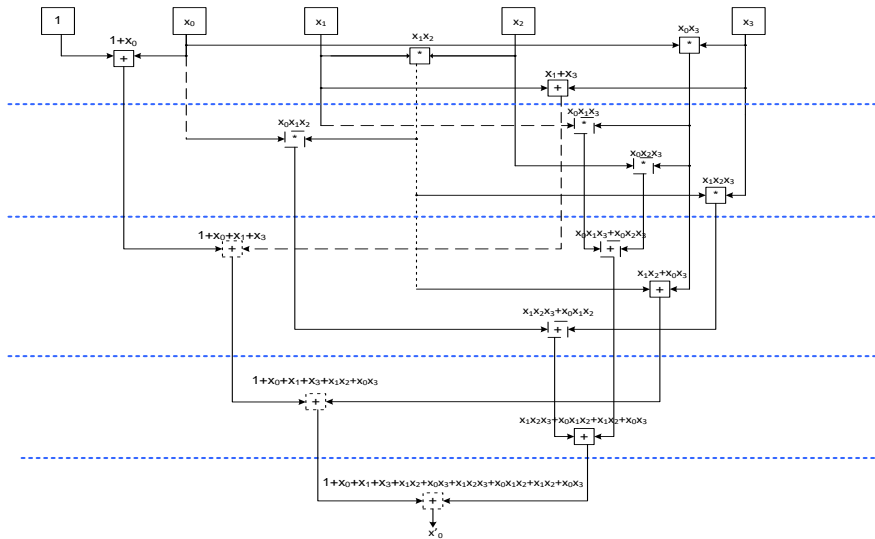


Рис. 3. Схема реализации полинома Жегалкина для бита x'_0 с использованием гомоморфного шифрования

На рис. 4 представлено получение битов x'_1 и x'_2 для прямого S-блока. Видно, что в случае x'_1 требуется один уровень умножения, а для x'_2 требуется только сложение.

На рис. 5 представлено получение битов x'_3 для прямого S-блока. Также, как и для бита x'_0 , требуется глубина умножения, равная 2 и пять уровней сложения. Аналогичным образом были построены схемы для инверсного S-блока.

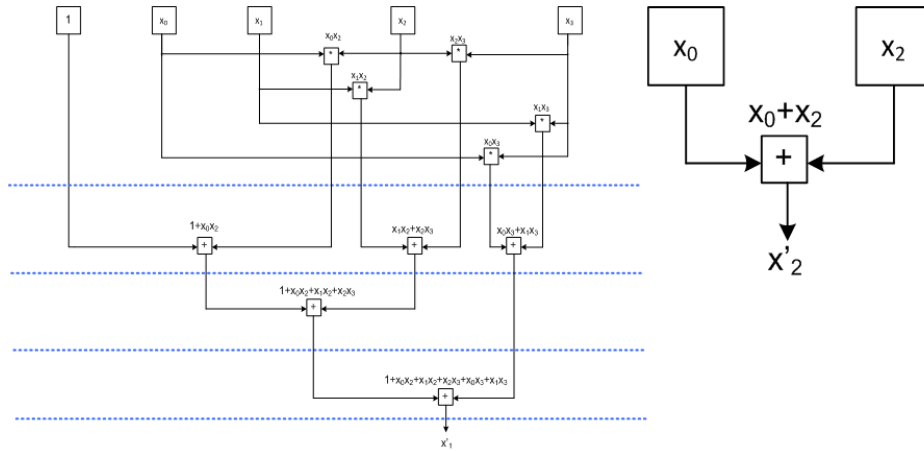


Рис. 4. Схема реализации полинома Жегалкина для битов x_1 и x_2 с использованием гомоморфного шифрования

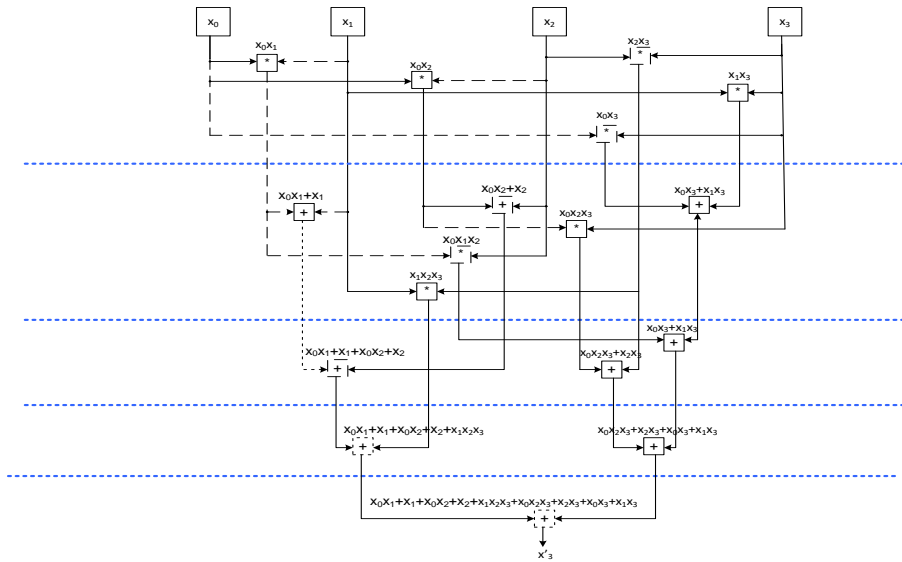


Рис. 5. Схема реализации полинома Жегалкина для бита x_3 с использованием гомоморфного шифрования

На основании использования разработанных битовых умножений можно легко реализовать работу блоков замены в составе любого симметричного алгоритма шифрования для использования совместно с гомоморфным шифрованием.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-37-90148.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гаража А.А., Герасимов И.Ю., Николаев М.В., Чижов И.В. Об использовании библиотек полностью гомоморфного шифрования // International Journal of Open Information Technologies. – 2021. – Vol. 9, No. 3. – P. 11-22.
2. Гомоморфное шифрование // Википедия: свободная энциклопедия – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Гомоморфное_шифрование (доступ свободный).

3. ГОСТ Р 34.12–2015 Криптографическая защита информации. Блочные шифры. – URL: <https://www.tc26.ru/standard/gost/GOST R 34 12-2015.pdf> (доступ свободный).
4. Полностью гомоморфное шифрование // Википедия: свободная энциклопедия. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Полностью_гомоморфное_шифрование (доступ свободный).
5. *Brakerski Z., Gentry C., Vaikuntanathan V.* Fully homomorphic encryption without bootstrapping // Proceedings of conference In Innovations in Theoretical Computer Science (ITCS'12), 2012. – URL: <http://eprint.iacr.org/2011/277>.
6. *Gentry C.* Fully Homomorphic encryption using ideal lattices // Proceedings of 41-th ACM symposium on theory of computing (STOC). –Bethesda, USA, 2009. – P. 169-178.
7. *Gentry C., Halevi S.* Fully Homomorphic Encryption without Squashing Using Depth-3 Arithmetic Circuits // Proceedings of 52nd Annual Symposium on Foundations of Computer Science. – USA, 2011. – P. 107-109.
8. *Gentry C., Halevi S., Smart N.P.* Homomorphic Evaluation of the AES Circuit. // Proceedings of CRYPTO 2012. – 2012. – P. 850-867.
9. *Ishchukova E., Babenko L., Anikeev M.* Two Simplified Versions of Kuznyechik Cipher (GOST R 34.12-2015) // Proceedings of 10th International Conference on Security of Information and Networks (SIN 2017). – Jaipur, INDIA, 2017.

К.С. Романенко

**ОБЗОР БЛОКЧЕЙН-ПЛАТФОРМ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ
СМАРТ-КОНТРАКТОВ**

Руководитель – к.т.н., доцент кафедры безопасности информационных технологий
Е.А. Ищукова

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Поскольку биткоин и другие криптовалюты набирают обороты, основное внимание уделяется блокчейну – основной технологии распределенного реестра, которая поддерживает эти цифровые валюты.

Отдельное внимание стоит уделить платформам, которые используют смарт-контракты.

Смарт-контракт – это самоисполнимый программный код, управляемый компьютерной одноранговой пиринговой сетью. Смарт-контракты - это эффективные инструменты управления правами, которые обеспечивают структуру координации и обеспечения соблюдения соглашений между участниками сети без необходимости заключения традиционных юридических контрактов. Их можно использовать для оформления простых соглашений между двумя сторонами, устава организации или для создания токенов.

Проведем анализ популярных платформ: Ethereum, EOSIO, NEO, Hyperledger Fabric. Представим краткое сравнение перечисленных выше платформ в табл. 1.

Таблица 1

Краткое сравнение платформ

Платформа	Привязка к валюте	Механизм консенсуса	Поддержка языков программирования
Ethereum	да (ETH)	Proof of Work (PoW)	Solidity
EOSIO	да (EOS)	Delegated Proof-of-Stake (dPOS)	C++
NEO	да (NEO)	Delegated Byzantine Fault Tolerance (dBFT)	C#, VB.Net, F#, Java, Kotlin и Python.
Hyperledger Fabric	нет	В зависимости от ситуации	Golang, JavaScript, Java

Ethereum в настоящее время использует механизм консенсуса доказательства работы (Proof-of-Work). Это означает, что любой, кто хочет добавить новые блоки в цепочку, должен решить сложную головоломку, для работы над которой потребуются много вычислительной мощности. Решение головоломки «доказывает», что были потрачены вычислительные ресурсы. Это называется майнингом. Майнинг может осуществляться методом проб и ошибок (классический перебор), но успешное добавление блока вознаграждается в собственной криптовалюте ETH [1].

Смарт-контракты для платформы Ethereum, разрабатывают на предметно-ориентированном языке программирования Solidity.

Приведем пример простого смарт-контракта на рис. 1.

The image shows a screenshot of a web-based IDE (Remix) displaying a Solidity smart contract. The browser address bar shows 'remix.ethereum.org/#optimize=false&runs=200&evmVersion=null&version=soljson-v0.7.4+commit.3f05b770.js'. The left sidebar shows a file explorer with a project structure including 'contracts', 'scripts', and 'tests' folders. The main editor window shows the following Solidity code:

```

1 // SPDX-License-Identifier: GPL-3.0
2 pragma solidity >=0.7.0 <0.8.0;
3
4 contract SimpleStorage {
5     uint storedData;
6
7     function set(uint a) public {
8         storedData = a;
9     }
10
11    function get() public view returns (uint) {
12        return storedData;
13    }
14 }
    
```

Рис. 1. Пример простого смарт-контракта на языке Solidity

В этом примере контракта определены функции, которые могут извлекать или изменять значения переменной, что позволяет организовать работу по хранению данных системы.

Платформа EOSIO реализует децентрализованный алгоритм консенсуса, способный удовлетворить требования к производительности приложений в цепочке блоков, называемый делегированным доказательством владения (Delegated Proof Of Stake). Согласно этому алгоритму, если вы держите токены в блокчейне на основе платформы EOSIO, вы можете выбирать создателей блоков через систему непрерывного голосования. Любой желающий может принять участие в создании блоков, и ему будет предоставлена возможность производить блоки, при условии, что он сможет убедить держателей токенов проголосовать за них [2].

EOSIO использует C++ в качестве языка программирования смарт-контрактов.

Механизм распределения ресурсов и управления любыми блокчейнами на основе EOSIO программируется с помощью смарт-контрактов. Мы можем изменить системные смарт-контракты, чтобы настроить модель распределения ресурсов и правила управления блокчейном EOSIO. Ончейн-механизм управления может быть изменен с помощью системных смарт-контрактов, поскольку код основного уровня не всегда нужно обновлять, чтобы изменения вступили в силу.

В блокчейнах на основе EOSIO доступ к системным ресурсам регулируется процессом, называемым механизмом ставок.

Представим пример простого смарт-контракта для платформы EOSIO на рис. 2.

```

1  #include <eosio/eosio.hpp>
2
3  using namespace eosio;
4
5  class [[eosio::contract]] hello : public contract {
6  public:
7      using contract::contract;
8
9      [[eosio::action]]
10     void hi( name user ) {
11         print( "Привет, ", user );
12     }
13 };

```

Рис. 2. Пример простого смарт-контракта для платформы EOSIO

Управление цепочкой: держатели токенов NEO – это владельцы и менеджеры сети, управляющие сетью посредством голосования в сети, используя GAS, сгенерированный NEO, для использования функций в сети. Токены NEO можно передавать.

Управление вне сети: Совет Neo состоит из членов-основателей проекта Neo, в рамках которого комитет управления, технический комитет и секретариат, соответственно, несут ответственность за принятие стратегических решений, принятие технических решений и конкретную реализацию. Совет Neo несет ответственность перед сообществом Neo за продвижение и развитие экосистемы Neo в качестве своей основной цели.

DBFT называется Delegated Byzantine Fault Tolerant, византийским отказоустойчивым механизмом консенсуса, который обеспечивает широкомасштабное участие в консенсусе посредством голосования по доверенности. Владелец токена NEO может путем голосования выбрать поддерживаемый консенсусный узел. Выбранная группа узлов консенсуса с помощью алгоритма BFT достигает консенсуса и генерирует новые блоки. Голосование в сети Neo продолжается в режиме реального времени, а не в установленный срок.

Система смарт-контрактов NeoContract – важнейшая особенность бесшовной интеграции существующей экосистемы разработчиков. Разработчикам не нужно изучать новый язык программирования, они используют C #, Java и другие основные языки программирования в своих знакомых средах IDE (Visual Studio, Eclipse и т.д.) Для разработки, отладки и компиляции смарт-контрактов. Универсальная легкая виртуальная машина Neo, NeoVM, обладает такими преимуществами, как высокая надежность, высокий уровень параллелизма и высокая масштабируемость. Система смарт-контрактов NeoContract позволит миллионам разработчиков по всему миру быстро выполнять разработку смарт-контрактов. У NeoContract будет отдельный технический документ с описанием деталей реализации [3].

Представим пример простого смарт-контракта для платформы NEO на рис. 3.

Hyperledger Fabric – это инфраструктура распределенного реестра корпоративного уровня для разработки программных решений. Его модульная и универсальная конструкция удовлетворяет широкий спектр промышленных задач. Он предлагает уникальный подход к консенсусу, который обеспечивает масштабируемую производительность при сохранении конфиденциальности. Данный реестр разработан на языке программирования golang [4].

```

1 using Neo.SmartContract.Framework;
2 using Neo.SmartContract.Framework.Services.Neo;
3 using Neo.SmartContract.Framework.Services.System;
4 using System;
5 using System.ComponentModel;
6 using System.Numerics;
7
8 namespace Neo.SmartContract
9 {
10     public class ICO_Template : Framework.SmartContract
11     {
12         //Настройка токена
13         public static string Name() => "Kirill Romanenko"; // Имя токена
14         public static string Symbol() => "KR"; // сокращенное обозначение токена
15         public static readonly byte[] Owner = "Afr2haicshHj15C3V6edgJFqhs0ZPfr".ToScriptHash(); // адрес владельца
16         public static byte Decimals() => 8;
17         private const ulong factor = 100000000; //decided by Decimals()
18         private const ulong neo_decimals = 100000000;
19
20         //ICO Settings
21         private static readonly byte[] neo_asset_id = { 155, 124, 255, 218, 255, 218, 166, 116, 190, 174, 15, 147, 14, 190, 96, 133, 175, 144, 147, 229, 254, 86, 179, 74, 92, 34, 12, 20 };
22         private const ulong total_amount = 10000000 * factor; // количество монет
23         private const ulong pre_ico_cap = 3000000 * factor; // предварительное ICO (сумма токенов)
24         private const ulong basic_rate = 1000 * factor;
25         private const int ico_start_time = 1506787200;
26         private const int ico_end_time = 1538323200;
27
28         [DisplayName("transfer")]
29         public static event Action<byte[], byte[], BigInteger> Transferred;
30
31         [DisplayName("refund")]
32         public static event Action<byte[], BigInteger> Refund;
33
34         public static Object MainFunction(operation, params object[] args)

```

Рис. 3. Пример простого смарт-контракта для платформы NEO

В качестве инструмента разработки рекомендуется использовать Hyperledger Composer.

Hyperledger Composer – это обширный открытый набор инструментов и фреймворк для разработки, упрощающий разработку блокчейн-приложений. Наша основная цель – ускорить окупаемость и упростить интеграцию блокчейн-приложений с существующими бизнес-системами. Можно использовать Composer для быстрой разработки сценариев использования и развертывания блокчейн-решения за недели, а не месяцы. Composer позволяет моделировать бизнес-сеть и интегрировать существующие системы и данные с блокчейн-приложениями.

Hyperledger Composer поддерживает существующую инфраструктуру цепочки блоков Hyperledger Fabric и среду выполнения, которая поддерживает подключаемые протоколы консенсуса цепочки блоков, чтобы гарантировать, что транзакции проверяются в соответствии с политикой назначенными участниками бизнес-сети.

Пример простого смарт-контракта для Hyperledger Fabric представлен на рис. 4.

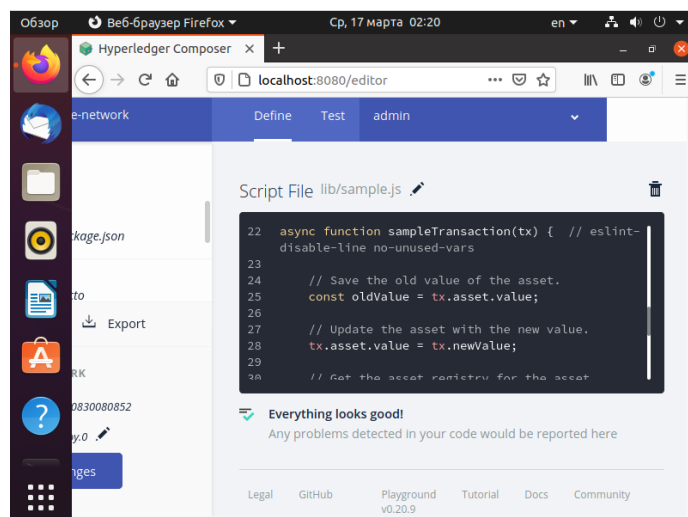


Рис. 4. Пример простого смарт-контракта для платформы Hyperledger Fabric

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Intro to ethereum. – Режим доступа: URL: <https://ethereum.org/ru/developers/docs/intro-to-ethereum/> (10.03.2021).
2. Introduction to EOSIO. – Режим доступа: URL: <https://developers.eos.io/welcome/latest/introduction-to-eosio/> (10.03.2021)
3. Neo White Paper. – Режим доступа: URL: <https://docs.neo.org/docs/en-us/basic/whitepaper.html> (10.03.2021).
4. Hyperledger. – Режим доступа: URL: <https://wiki.hyperledger.org/> (10.03.2021).

В.Д. Салманов, Д.М. Шевцов, С.С. Батагов

АТАКИ НА КЛЮЧЕВЫЕ КОМПОНЕНТЫ БЛОКЧЕЙН ПЛАТФОРМ

Руководитель – к.т.н., доцент кафедры безопасности информационных технологий
Е.А. Ищукова

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Введение. Современные тенденции технологического прогресса приводят к появлению все большего количества автоматизированных процессов. Большинство задач переходят в цифровую сферу. Каждый пытается найти самое удобное решение для своей работы и стремится задействовать информационные системы.

Сегодня, порой, централизованные базы данных, хранящиеся на серверах, встречают себе альтернативу в виде децентрализованных систем, разработанных на основе блокчейн технологий и не обосновательно.

По сравнению с широко изученными централизованными методами хранения данных блокчейн технологии еще не нашли столько внимания у специалистов по информационной безопасности. В этой работе мы постараемся обратить внимание на основные аспекты блокчейн платформ, подвергающихся атакам злоумышленников: смарт-контракты и саму сеть.

Смарт-контракт. С момента выхода первой блокчейн платформы, поддерживающей разработку и реализацию смарт-контрактов в своей структуре, прошло уже более 5 лет. С тех пор система претерпела значительное количество атак на целостность данных и получила различные обновления, закрывающие обнаруженные уязвимости.

Для лучшего понимания нового подхода к хранению данных можно сравнить весь блокчейн с базой данных, смарт-контракт представить как одну или несколько взаимосвязанных таблиц в этой базе данных, а функции смарт-контракта как запросы на чтение или изменение состояния базы.

Большинству пользователей платформы Ethereum известно одно из ключевых событий в истории платформы – глобальный форк, случившийся в связи с кражей \$50 млн (по курсу на момент атаки), трети капитала краудфандинговой инвестиционной платформы DAO [1]. Злоумышленники обнаружили использование в коде смарт-контракта неграмотно продуманных инструкций. Если передать командам определенные параметры, то их вызов становится небезопасным. Таким образом злоумышленникам удалось многократно вызвать функцию вывода средств на сторонний кошелек, а команда уменьшения баланса пользователя в контракте не вызывалась.

Другим примером ошибок работы смарт-контрактов является атака на платформы Uniswap и Lendf.Me. Платформы использовали стандартный токен ERC777, отличающийся высокой степенью безопасности и рекомендованный к использованию всеми, кто преследуют цель монетизации ресурсов смарт-контракта. Однако команды платформ стали использовать токен совместно с собственным смарт-

контрактом, что и привело к формированию уязвимости [2]. По мнению создателей платформ, крупнейшая группа разработчиков безопасных библиотек для создания смарт-контрактов, OpenZeppelin, обнаружила эксплойт и опубликовала его на своем сайте [3]. По их мнению, злоумышленники использовали именно этот эксплойт и смогли реализовать всё ту же атаку с повторным входом, позволяющую несколько раз вызывать одну и ту же команду перевода средств. В результате атаки 99,5 % капитала платформы были украдены [4].

В ходе изучения проблемы были также обнаружены уязвимости языка Vyper, однако они больше связаны с недостаточной проработкой компилятора. Попытки, предпринимаемые для развития удобного и универсального языка смарт-контрактов будущего не увенчались успехом и проект не получил положительных отзывов [5].

Исследуя известные атаки на блокчейн сети в отношении смарт-контрактов, было установлено, что все атаки направлены на одни и те же команды в коде, отвечающие за перевод денежных средств. Это может быть обусловлено сферой применения криптовалютных платформ – финансовый сектор. Так как на сегодняшний день системы распределенного реестра еще не получили доверия со стороны пользователей, они редко применяются как инструмент безопасного открытого хранения информации. Вероятно, когда децентрализованный подход станет более распространен в других сферах цифровизации, злоумышленники будут прилагать больше усилий к поиску новых уязвимостей, что станет поводом к более глубокому изучению проблемы.

Ноды. Основными компонентами блокчейн сети являются ее узлы – ноды. В зависимости от архитектуры сети нода может выполнять некоторые функции и иметь различные привилегии. В абсолютно децентрализованной сети все ноды имеют равные права. Некоторые узлы могут называться «супер-нодами» лишь по той причине, что хранят информацию о расположении в сети остальных узлов. В зависимости от степени вовлеченности в работу сети, ноды могут быть «тяжелыми» и «легкими», т.е. хранить полную копию цепочки, либо обращаться к такой удаленно.

Соответственно, узлы блокчейн сети также являются ключевыми объектами атак злоумышленников. Зачастую атакующий преследует задачи захвата управления нодой либо изоляции ноды от остальной сети. Такой тип атак называется атакой Сивиллы. В одноранговой сети, где все узлы имеют равные привилегии, существует вероятность изоляции сторонней ноды, если она будет окружена нодами злоумышленника. В таком случае злоумышленные узлы не предоставляют атакованному актуальной информации о состоянии цепочки и не позволяют ему с ней взаимодействовать [6]. Графическое представление атаки приведено на рис. 1. В современных блокчейн системах уже предусмотрена защита от данной атаки, однако с каждым годом появляется все больше подобных инцидентов.

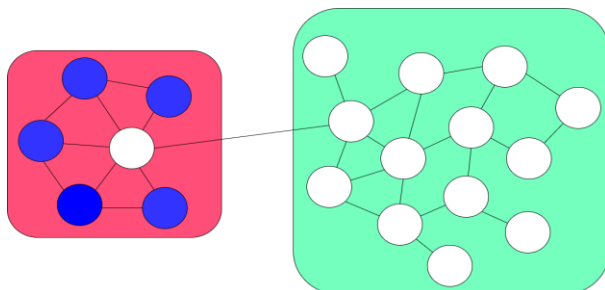


Рис. 1. Атака Сивиллы

Еще одним примером атаки на узлы может быть так называемая “пылевая атака”. Её суть такова: загрузить сеть транзакциями с минимальной суммой перевода. Это приведет к тому, что производительность работы майнеров упадет, а время обработки остальных транзакций повысится. Последствием такой атаки станет повышение комиссии за обработку транзакций в несколько раз и задержку обработки целевой для атакующих транзакции.

Вывод. Изучая различные уязвимости блокчейн платформ, можно прийти к единому выводу – пока блокчейн используется как средство для цифровизации финансов, малейшие недоработки архитектуры приводят к потере огромных денежных средств. Однако, вместе с ростом популярности блокчейн развивается и сама технология. Возможно, когда блокчейн технологии станут восприниматься и как формат безопасного хранения данных, актуальность использования системных уязвимостей повысится, после чего появится возможность к углубленному изучению проблемы.

Работа выполнена при поддержке гранта УМНИК-20 (ЦЭ-1) / ЦЭ – Цифровая Россия. Ростов-на-Дону – 2020 №0062164.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. A Hacking of More Than \$50 Million Dashes Hopes in the World of Virtual Currency. – URL: <https://www.nytimes.com/2016/06/18/business/dealbook/hacker-may-have-removed-more-than-50-million-from-experimental-cybercurrency-project.html> (доступ свободный).
2. Hackers steal \$25 million worth of cryptocurrency from Lendf.me platform. – URL: <https://www.zdnet.com/article/hackers-steal-25-million-worth-of-cryptocurrency-from-uniswap-and-lendf-me/> (доступ свободный).
3. Exploiting an ERC777-token Uniswap Exchange. – URL: <https://github.com/OpenZeppelin/exploit-uniswap/> (доступ свободный).
4. About Recent Uniswap and Lendf.Me Reentrancy Attacks. – URL: <https://medium.com/imtoken/about-recent-uniswap-and-lendf-me-reentrancy-attacks-7cebe834cb3> (доступ свободный).
5. Bugn Found in Compiler for Readable Ethereum Smart Contracts, Team Downplays Concerns. – URL: <https://cointelegraph.com/news/bugs-found-in-compiler-for-readable-ethereum-smart-contracts-team-downplays-concerns> (доступ свободный).
6. Как взломать блокчейн (и кто на это способен). – URL: <https://ru.ihodl.com/analytics/2018-05-14/kak-vzloamat-blokchejn-i-kto-na-eto-sposoben/> (доступ свободный).

В.О. Кравченко, П.В. Разумов

ПОСТКВАНТОВЫЕ КРИПТОГРАФИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ И ИХ МОДИФИКАЦИИ

Руководитель – д.т.н., профессор, доцент кафедры кибербезопасности
информационных систем Л.В. Черкесова

Донской государственной технической университет, г. Ростов-на-Дону

Введение. На протяжении нескольких десятилетий активно развиваются и создаются все более и более мощные квантовые компьютеры, что заставляет учёных многих стран модифицировать и разрабатывать новые алгоритмы криптографической защиты информации. Применение алгоритмов, которые используются на данный момент для защиты информации, может быть резко уничтожено за короткий временной промежуток при условии резкого скачка в развитии квантовых компьютеров. Их работа основывается на квантовых битах - кубитах. В будущем, когда количество кубитов в квантовом компьютере станет гораздо больше, с помощью алгоритма Шора станет возможно взламывать существующие криптосистемы, чья надежность основывается

на сложности задачи факторизации. Существует такое понятие, как «квантовое превосходство» – это потенциальная способность квантовых вычислительных устройств решать проблемы, которые классические компьютеры решить за обозримое время не могут [1]. В этой же статье BBC был дан критерий наступления квантового превосходства, по мнению авторов, это – порог вычислительной мощности в 50 кубитов. Это значит, что квантовое превосходство уже было достигнуто, а созданная Google 72-кубитный компьютер Bristlecone уже превосходит классический суперкомпьютер по определенной вычислительной задаче.

И несмотря на то, что может показаться, что постквантовое будущее наступит нескоро, даже сейчас эксперты настроены пессимистично: с конца 2016 года проект Национального института стандартов и технологий США (NIST) «Постквантовая криптография (PQC)» возглавляет исследовательские работы по квантово-безопасным криптографическим системам [2]. Сначала что они определили 26 постквантовых алгоритмов в качестве потенциальных кандидатов для замены, затем их список сократился до 17, сейчас идут дебаты о кандидатах, проходящих в следующий раунд. Дедлайн разработки нового стандарта криптографии установлен на 2024 год. Тем не менее, прежде чем эти криптографические системы будут готовы к стандартизации и развертыванию, необходимо провести гораздо больше исследований и испытаний, подвергнуть их необходимым модификациям, и возможно, обратиться к алгоритмам, не снижавшим популярности в доквантовой криптографии.

В качестве замены ставших ненадежными алгоритмов, таких как различные модификации RSA, были предложены другие различные криптосистемы. Они основываются на помехоустойчивых кодах (Система Мак-Элиса), хешировании (Подпись Меркла), решётках (NTRU, GGH), а также алгоритмах с секретным ключом, например, AES. Остановимся на некоторых из них, а также их модификациях.

1. Симметричные алгоритмы. Из турнира NIST по выбору лучшего алгоритма для постквантовой криптографии пока не выбыли алгоритмы с секретным ключом, и за этим стоит несколько причин. Например, благодаря своей архитектуре криптосистема AES может быть достаточно устойчивой перед взломом со стороны квантового компьютера. Созданный в 1996 г. алгоритм Гровера доказывает, что квантовый компьютер ускоряет атаки настолько, что эффективная длина ключа уменьшается вдвое, т.е. для сегодняшнего уровня криптостойкости этого алгоритма, нужно увеличить длину ключа в 2 раза [3]. К тому же, на основе достаточно старого алгоритма AES продолжают появляться актуальные модификации. На основе модификации MAES – облегченной (для вычисления, но не для взлома) версии алгоритма AES разрабатываются приложения для защиты систем умного дома или даже шифрования изображений [4]. Ускорение работы алгоритма происходит за счет сокращения вычислений в S-блоке – самой медленной и ресурсозатратной части этого алгоритма [5].

Достоинства симметричных алгоритмов: малая длина ключа, простота вычислений, изученность и надежность. Недостатки: невозможно использовать для электронной подписи; сложно управлять ключами; низкая устойчивость к атакам по сторонним каналам.

Невозможно представить алгоритмы с закрытым ключом как полную замену асимметричной криптографии, но вполне возможно их использовать как часть замены в составе композиционного протокола.

2. Суперсингулярные изогении. В 2014 году в работе учёных Луки де Фео, Давида Яо и Джерома Плута была предложена асимметричная криптосистема, получившая названия SIDH. Она устойчива против квантовых атак [6]. Данный алгоритм представляет собой усовершенствованный вариант протокола Диффи–

Хелмана и основывается на сложности вычисления изогений между суперсингулярными кривыми. Он обеспечивает высокую криптостойкость даже при наличии у злоумышленника квантового компьютера, так как этот алгоритм основывается на сложности вычисления изогений между двумя суперсингулярными эллиптическими кривыми. Эта задача не может быть решена за полиномиальное время даже при использовании квантового компьютера.

Основным преимуществом протокола Диффи–Хелмана с использованием суперсингулярных изогений является меньший размер ключа в сравнении с другими постквантовыми алгоритмами, такими как модификации криптосистемы Мак-Эллиса или криптографии с использованием решёток. Это позволяет считать данный алгоритм перспективным и способным заменить предыдущие модификации протокола Диффи–Хелмана. У данной модификации есть значительное преимущество – относительно малый размер ключа.

Недостатки: относительно медленный алгоритм, малоприспособленный для использования на небольших, ограниченных в ресурсах устройствах; это относительно новая и неизученная область.

3. Криптография, основанная на хеш–функциях. Классический алгоритм создания подписи Ральфа Меркла впервые опубликован в 1979 г. в техническом отчете «Secrecy, authentication, and public key systems» [7]. Он классифицирован как алгоритм многоцветной цифровой подписи.

Алгоритм с высокой скоростью создает и проверяет подписи, поскольку использует только хеширование и конкатенацию строк для криптографического преобразования данных. Но при больших размерах дерева Меркла (примерно 2^{25} листьев) экспоненциально возрастает время его обхода при создании аутентификационного пути, что сказывается на производительности. По этой причине алгоритм считался неперспективным, поскольку сильно сокращал число сгенерированных подписей. Таким образом алгоритм был до момента, пока решение задач дискретного логарифмирования в конечных полях и факторизации больших чисел, считавшихся до этого неразрешимыми за приемлемое время, стало возможно осуществить на квантовых компьютерах.

Криптостойкость алгоритма подписи Меркла и его модификаций основана на криптостойкости используемой хеш-функции и ее стойкости к нахождению прообраза односторонней функции. Стали появляться модификации классического алгоритма, увеличивающие количество ключей, доступных для подписи, ускоряющие выполнение операции генерации дерева Меркла, создания и проверки подписей, повышающие его надежность [8].

4. Криптография, основанная на решётках. Криптостойкость этих алгоритмов базируется на сложности задач теории решёток, самой основной из которых является задача поиска кратчайшего вектора (SVP). На этом примитиве построены несколько протоколов шифрования, например, NTRUEncrypt. И шифрование, и дешифрование в данном протоколе используют только простое полиномиальное умножение, поэтому данная криптосистема значительно быстрее по сравнению с другими схемами асимметричного шифрования, такими как RSA, ElGamal и криптография на основе эллиптических кривых. Выполнение операций шифрования и расшифрования требует меньше операций $O(n^2)$, в отличие от $O(n^3)$ у RSA. По экспериментальным данным, классическая криптосистема NTRUEncrypt значительно выигрывает по скорости работы алгоритма в сравнении с криптосистемой RSA. Увеличивается криптостойкость, при фактически той же длине ключа [9].

У криптосистем семейства NTRUEncrypt есть существенный недостаток: необходимость использования только рекомендованных параметров. Этот недостаток привёл к созданию следующих видов атак: Brute Force (Грубая сила); Meet-In–

the-Middle (Встреча посередине), атака на основе множественной передачи сообщения, атака на основе решётки, атака с подобранным шифротекстом, однако NTRUEncrypt не так уж беззащитна: большинство этих атак слишком маловероятно или нивелируется размером ключа [10].

И отдельно отметим протокол обмена ключами под названием «New Hope», который был выбран для первого массового эксперимента по испытанию и внедрению постквантовой криптографии компанией Google в 2015 году. В рамках этого исследования новый протокол применялся в браузере «поверх» прежнего, что не позволяло снизиться уровню безопасности. В ноябре 2016 года Адам Лэнгли, инженер Google поделился обновленной информацией о ходе эксперимента в заметке, признав его успешным [11].

5. Группы кос. Сто лет назад Эмиль Артин описал группы кос как математическую модель для текстильной промышленности, но использование данной теории оказалось возможным еще и в дополнительных областях, совсем не предполагавшихся изначально. Благодаря вычислительной сложности поиска сопряжений можно использовать этот примитив для построения криптографических протоколов. В 1969 году эту задачу решил Ф.А. Гарсид. В дальнейшем Е.А. Элрифаем и Г.Р. Мортонем был предложен алгоритм, вычисляющий секретную косу за $(n!)$, где n – количество нитей в косе. Алгоритмы, что работают на теории групп кос, на протяжении всего времени подвергались криптоанализу [12], и, благодаря этому, продолжали развиваться. Так, были предложены усовершенствования, использующие полугруппу положительных кос [13], а также полициклические группы [14]. Для обоих усовершенствований доказано, что они не менее безопасны, чем исходный алгоритм, и вдобавок защищены от атак, основанных на длине [13, 14].

Из недостатков группы подобных протоколов можно отметить только высокую вычислительную сложность операции шифрования (но не дешифрования), а также новизну и отсутствие достаточного числа экспериментов.

Заключение. Среди экспертов нет единодушия по поводу наиболее перспективного постквантового алгоритма не просто так: идеального кандидата в списке пока нет. Каждый из них либо уязвим для классических атак и поэтому много лет оставался незамеченным и поэтому не развивался; либо сложен для вычислений, либо недостаточно изучен. У каждого свои достоинства и недостатки, все они развиваются, обрастают модификациями, поэтому победителя в этой гонке предугадать пока сложно. Именно поэтому еще весьма вероятен вариант композиции нескольких алгоритмов в один протокол.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. BBC News "Google claims 'quantum supremacy' for computer" / BBC.com., 2019. – Режим доступа: URL: <https://www.bbc.com/news/science-environment-50154993> (дата обращения: 13.03.2021).
2. PQC Standardization Process: Second Round Candidate Announcement / National Institute of Standards and Technology (NIST), 2020. – Режим доступа: URL: <https://csrc.nist.gov/news/2019/pqc-standardization-process-2nd-round-candidates> (дата обращения: 13.03.2021).
3. Grover L.K. A fast quantum mechanical algorithm for database search // 28th Annual ACM Symposium on the Theory of Computing сборник статей. – Philadelphia, 1996. – P. 212-219.
4. MAES: Modified advanced encryption standard for resource constraint environments / IEEE Xplore, 2018. – Режим доступа: URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8336747> (дата обращения: 13.03.2021).
5. MAES: Modified Advanced Encryption Standard for Resource Constraint Environments / IRJET, 2020. – Режим доступа: URL: <https://www.irjet.net/archives/V7/i4/IRJET-V7I4653.pdf> (дата обращения: 13.03.2021).

6. Costello C., Longa P., Michael Naehrig. Efficient algorithms for supersingular isogeny Diffie-Hellman, Microsoft Research, USA, 2016.
7. Merkle R. Ch. Secrecy, authentication, and public key systems, Stanford Electronics Laboratories, USA, 1979.
8. Huelsing A. Practical Forward Secure Signatures using Minimal Security Assumptions, Technical University of Darmstadt, German, 2013.
9. Bakhtiari M., Maarof M.A. Serious Security Weakness in RSA Cryptosystem // International Journal of Computer Science and Information Security. – 2012. – No. 3.
10. Micciancio D., Regev O. Lattice-based cryptography // in: Post-quantum cryptography. – Springer, 2009. – P. 147-191.
11. СЕСРQ1 results // Блог Адама Лэнгли. – Режим доступа: URL: <https://www.imperialviolet.org/2016/11/28/сесрq1.html>, дата обращения: 05.03.2021).
12. Chen X., You W. Provably Secure Integration Cryptosystem on Non-Commutative Group // arXiv.org – e-print service. 2018. – Режим доступа: URL: <https://arxiv.org/pdf/1806.03075.pdf> (дата обращения: 10.03.2021).
13. Chen X., You W. A New Cryptosystem Based on Positive Braids // arXiv.org – e-print service. 2019. – Режим доступа: URL: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1910/1910.04346.pdf> (дата обращения: 10.03.2021).
14. Garber D. Length-based attacks in polycyclic groups/ D. Garber, D. Kahrobaei, h. Lam // arXiv.org – e-print service. 2014. – Режим доступа: URL: <https://arxiv.org/pdf/1305.0548.pdf> (дата обращения: 10.03.2021).

Н.Н. Сероштан

**МЕТОДЫ АТАК НА БИОМЕТРИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ
АУТЕНТИФИКАЦИИ**

Руководитель – к.т.н., доцент кафедры безопасности информационных технологий
Е.А. Маро

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Технологии непрерывно развиваются, то, что было примером научных исследований и перспективных технологий, сегодня уже имеет усовершенствованные аналоги и устойчиво внедряется в нашу повседневную жизнь. В настоящее время можно отметить, что в многих сферах информационного взаимодействия будущее за применением биометрических системам аутентификации. Во время цифровизации экономики, необходимо, чтобы общество полностью соответствовало её требованиям, то есть тоже в какой-то степени являлось «цифровым». Этого можно достичь при помощи использования биометрии, тогда для любого рода электронных операций (в том числе экономических) необходим будет не просто пароль, который можно перехватить; не одноразовый код, приходящий на мобильный телефон, что также является недостаточно надежным способом, а сочетание биометрических характеристик, которые у каждого человека всегда находятся «при себе» и в совокупности дают достаточный уровень стойкости. Биометрические параметры уникальны и их подлог сложно реализуем практически (при корректной реализации системы аутентификации). Динамика роста использования биометрических систем¹ представлена на рис. 1.

¹ Данные J'son & Partners Consulting

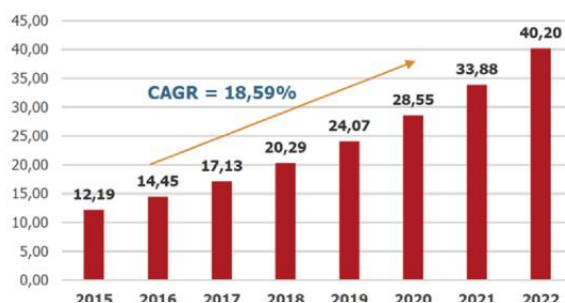


Рис. 1. Объем мирового рынка биометрических систем 2015–2022 гг., млрд долл. США

Биометрия – это наука, которая основана на измерении и описании различных поведенческих и физических характеристик человека. Данные характеристики называются биометрическими параметрами. В биометрии выделяют два основных типа биометрических параметров: физиологические и поведенческие (табл. 1).

Таблица 1

Типы биометрических параметров

Физиологические параметры	Поведенческие параметры
Отпечатки пальцев	Голос
Геометрическая форма лица (2D, 3D)	Походка
Геометрическая форма кисти руки	Рукописный почерк
Рисунок вен	Клавиатурный почерк
Сетчатка глаза	Жесты
Радужная оболочка глаза	Движение губ

Наиболее часто в биометрических системах используются такие параметры, как форма лица, отпечатки пальцев, геометрическая форма кисти, радужная оболочка глаз, подпись человека и его голос.

Следует разделять понятия биометрической идентификации (то есть распознавания) и биометрической аутентификации (по-другому верификации). При регистрации человека в системе создается биометрический шаблон, который далее используется для идентификации и верификации. Биометрическая идентификация представляет собой процесс сравнения предоставленного системе параметра со всеми имеющимися (зарегистрированными) в базе данных. В процессе аутентификации же системе предварительно задана информация о принадлежности параметра определенному человеку, необходимо установить соответствует ли она биометрическому параметру, который определен у этого человека в системе, то есть в отличие от идентификации, происходит одно сравнение, которое на выходе может быть либо ложным, либо истинным.

Если говорить о процессе доступа, то биометрические системы современного типа имеют уязвимости к ошибкам двух видов: ошибкам первого рода и ошибкам второго рода. Появление этих ошибок связано с тем, что система носит вероятностный характер, то есть не может давать 100 % достоверный результат, что непосредственно связано с тем, что существует определенная степень сходства между одним биометрическим параметром и множеством в базе (в случае идентификации), или предъявленным определенным признаком и соответствующим ему в базе (во время верификации).

Ошибки первого рода, или FAR (False Accept Rate), во время верификации проявляются в случаях, когда система даёт ложный допуск, а ошибки второго рода, или FRR (False Reject Rate), когда система даёт ложный отказ (табл. 2).

FAR и FRR имеют взаимосвязь, которая прослеживается на графике (рис. 2)². Из графика видно размещение Equal Error Rates (EER), т.е. зафиксирован уровень, при котором вероятность ошибок обоих типов одинакова [1].

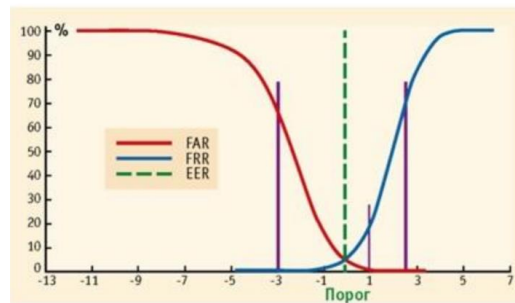


Рис. 2. Графики FAR и FRR

Таблица 2

Возможные варианты ответов системы доступа

Описание реальной ситуации при доступе	Ответ системы
Верный параметр (пользователь зарегистрирован)	Доступ
Неверный параметр (пользователь не зарегистрирован)	Отказ
Верный параметр (пользователь зарегистрирован)	Ложный отказ (FRR)
Неверный параметр (пользователь не зарегистрирован)	Ложный доступ (FAR)

В зависимости от цели эксплуатации биометрической системы для максимальной эффективности ее использования, «выбирается» разный уровень приемлемых значений FRR и FAR. Например, если целью является не упустить человека (например, для расследований разного рода преступлений, когда требуется обнаружить человека), в этом случае мы выбираем высокий уровень FAR и следовательно низкий FRR, так как нам нужно сузить область поиска человека и при этом максимально снизить вероятность того, что система его упустит. Если же речь идет о системах высокой надежности, то есть системе необходимо максимально снизить вероятность ложного доступа (высокий уровень FRR, низкий FAR), но при этом система будет строго отбирать «кандидатов», а значит будут с определенной вероятностью происходить случаи ложного отказа. Оптимальным же уровнем FAR и FRR является так называемое пороговое значение.

В России в настоящее время активно расширяется сфера применения биометрических систем, так на базе Ростелеком создана Единая биометрическая система (ЕБС) [2]. ЕБС использует сочетание аутентификации по форме лица и

² Михайлов А.А. «Основные параметры биометрических систем» // Алгоритм безопасности. 2015. №5. С.59-61.

голосу, таким образом учитывая как статические параметры, так и динамические. Получение значений текущих биометрических параметров пользователя осуществляется путем произнесения на камеру случайной последовательности из пяти цифр. Точность распознавания биометрических параметров по расчетам разработчиков составляет 10^{-7} . ЕБС может применяться в финансовой сфере, здравоохранении, образовании, ритейле, E-commerce, государственных услугах. Наибольший охват в использовании ЕБС пока сосредоточен на финансовой отрасли – в банковском секторе, но непрерывно расширяется и на другие сферы цифрового взаимодействия. На данный момент объем базы составляет 164 тыс. записей биометрических данных, но с учетом важности цифровизации экономики и повышения качества оказываемых государственных услуг планируемый рост объема данных ЕБС за два года может составить до 70 млн. записей [3]. Учитывая охват применения технологии биометрической аутентификации, важной задачей является изучение надежности используемых подходов.

При рассмотрении надежности (стойкости) биометрических систем, необходимо начинать анализ с процессов непосредственного внесения человека в базу биометрических данных (регистрации в системе). На этом уровне следует рассмотреть несколько возникающих угроз, а именно [1]:

- ◆ использование поддельных документов для подтверждения личности при регистрации в биометрической системе;
- ◆ «ненадежность» персонала, работающего с биометрическими шаблонами и базой биометрических данных;
- ◆ кибератаки на протоколы обмена данными при регистрации человека в системе.

Чтобы избежать вышеперечисленных угроз со стороны злоумышленников необходимо распределять роли персонала в процессе регистрации и хранения данных пользователей, проводить тщательные проверки документов, использовать надежные криптографические алгоритмы и протоколы, использовать корректные настройки межсетевых экранов, а также отделять биометрические данные от персональных данных (если говорить в том числе о повышении безопасности при хранении информации).

Затем следует оценить возможность атак на второй этап работы биометрической системы – удаленную аутентификацию. На этом этапе можно выделить следующие угрозы:

- ◆ spoofing-атаки (атаки на основе подмены биометрического параметра его копией);
- ◆ кибератаки на протоколы обмена данными при аутентификации.

Идея подмены биометрического параметра заключается в принятии возможности наличия у злоумышленника сведений (образцов) конкретного статического биометрического параметра или способности воссоздавать динамический параметр по имеющимся наборам данных (в том числе с применением технологий DeepFake). Примерами систем DeepFake, которые позволяют моделировать видеозаписи лиц по наборам образцов, служат DeepFaceLab [4], Dublicat, Zao, FaceApp и т.д. Программы для создания аудиозаписей на основе набора образцов речи: Resemble.AI, iSpeech, Lyrebird AI, Vera Voice и т.д.

Для повышения стойкости биометрических систем на этапе удаленной аутентификации следует использовать многомодальную и многофакторную аутентификацию, рандомизацию предъявляемых параметров, технологии проверки на витальность (liveness detection). В системах, использующих многофакторную аутентификацию, для доступа в систему помимо биометрического параметра необходимо предоставлять пароль («фактор знания»), либо электронный ключ («фактор владения»). Эта концепция делает возможность подлога данных злоумышленниками значительно более

сложной, однако нарушает идею удобства использования биометрических систем. При рандомизации в процессе верификации зачастую используют несколько биометрических шаблонов для проверки доступа, т.е. при регистрации пользователя в базу данных заносятся, например, отпечатки нескольких пальцев, а затем в процессе непосредственно верификации система запрашивает у пользователя отпечатки некоторого количества пальцев в любом произвольном порядке. Подходы, рекомендованные к применению в системах аутентификации в России, описаны в стандарте ГОСТ Р 58833-2020 «Защита информации. Идентификация и аутентификация. Общие положения» [5]. Учитывая, важность обеспечения требований безопасности в системах аутентификации в стандарте указано: «Биометрический фактор должен использоваться только совместно с другими факторами, в том числе для подтверждения фактора владения. При этом применение биометрического фактора в качестве единственного фактора при однофакторной аутентификации не допускается». Следовательно, атаки на системы аутентификации носят комплексный характер и требуют сочетания анализа угроз для биометрических систем и других подходов: социальная инженерия, поиск по открытым источникам, уязвимости реализаций средств защиты информации, уязвимости протоколов обмена данными и т.д.

Дальнейшим направлением работы является анализ применимости атак на основе DeepFake на системы биометрической аутентификации по голосу и форме лица. Планируется использовать сочетание программ генерации голоса и видеопотока для оценки корректности работы существующих систем биометрической аутентификации к подобным сгенерированным входным образцам.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Михайлов А.А. Основные параметры биометрических систем // Алгоритм безопасности. – 2015. – № 5. – С. 59-61.
2. Abdulmonam O.A. Vulnerabilities of Biometric Authentication. Threats and Countermeasures // International Journal of Information & Computation Technology. – 2014. – No. 10. – P. 948-952.
3. Единая биометрическая система. – URL: <https://bio.rt.ru/> (доступ свободный).
4. Биомеры будут приняты. Сбор данных граждан станет проще и принудительнее. – <https://www.kommersant.ru/doc/4721686>.
5. DeepFaceLab. – URL: <https://github.com/iperov/DeepFaceLab> (доступ свободный).
6. ГОСТ Р 58833-2020 Защита информации. Идентификация и аутентификация. Общие положения. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200172576>.

УДК 004.896

Д.А. Потапова, Е.А. Максимова

ОЦЕНКА ПО ФСТЭК ОБЪЕКТОВ КРИТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА ПРИМЕРЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

Руководитель – к.т.н., доцент кафедры прикладных информационных технологий
Е.А. Максимова

РТУ МИРЭА, г. Москва

В статье рассмотрена проблема категорирования критических информационных инфраструктур Российской Федерации. Выявлены правила и требования категорирования.

Информационная безопасность, защита информации, автоматизированная система управления технологическими процессами, критическая информационная инфраструктура, категорирование, федеральный закон.

Категорированию подлежат объекты КИИ, которые обеспечивают управленческие, технологические, производственные, финансово-экономические и (или) иные процессы в рамках выполнения функций (полномочий) или осуществления видов деятельности субъектов КИИ.

Категория значимости определяется на основе показателей критериев значимости из Правил категорирования.

Основные термины. Критическая информационная инфраструктура (КИИ) – объекты КИИ, а также сети электросвязи, используемые для организации взаимодействия таких объектов.

Объекты КИИ – информационные системы, информационно-телекоммуникационные сети, автоматизированные системы управления субъектов КИИ.

Субъекты КИИ – государственные органы, государственные учреждения, российские юридические лица и (или) индивидуальные предприниматели [1].

Значимый объект КИИ – объект критической информационной инфраструктуры, которому присвоена одна из категорий значимости и который включен в реестр значимых объектов КИИ.

Компьютерный инцидент – факт нарушения и (или) прекращения функционирования объекта КИИ.

АСУ ТП – автоматизированная система управления технологическими процессами, которая представляет собой совокупность технических и программных средств, позволяющая в автоматическом режиме управлять оборудованием на предприятиях промышленной сферы.

Правила категорирования. Для категорирования КИИ устанавливаются три категории значимости: от самой высокой – первой, к самой низкой – третьей. Объекту КИИ по результатам категорирования присваивается категория с наивысшим значением. Например, если хотя бы по одному из критериев исследуемый объект КИИ соответствует первой категории, то присваивают именно ее.

Перечень объектов для категорирования утверждается субъектом КИИ [2], согласуется организацией-регулятором в соответствующей области деятельности и передается во ФСТЭК России.

Исходными данными для категорирования являются [3]:

- ◆ сведения об объекте КИИ (назначение, архитектура объекта, применяемые программные и аппаратные средства, взаимодействие с другими объектами КИИ, наличие и характеристики доступа к сетям связи);

- ◆ выполняемые процессы (управленческие, технологические, производственные, финансово-экономические, иные) и состав обрабатываемой информации;

- ◆ декларация промышленной безопасности опасного производственного объекта, декларация безопасности гидротехнического сооружения и паспорт объекта топливно-энергетического комплекса в случае, если на указанных объектах функционирует объект КИИ;

- ◆ сведения о взаимодействии и/или зависимости от других объектов КИИ;

- ◆ угрозы безопасности информации в отношении объекта КИИ, а также имеющиеся данные о компьютерных инцидентах, произошедших ранее на объектах КИИ соответствующего типа

Требования по безопасности КИИ. Первое, на что следует обратить внимание, это возможность применения данного документа к объектам КИИ, которым категория значимости присвоена не была. Решение, делать это или нет, находится в компетенции владельца КИИ. Для значимых объектов КИИ реализация положений Требований является обязательной.

Второй важный момент – это корреляционные связи с другими руководящими документами ФСТЭК России. При проектировании защиты значимых объектов КИИ, являющихся информационными системами персональных данных, необходимо учитывать Требования к защите персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных [4].

Третье и, пожалуй, самое важное – в Требованиях закреплено, что меры по обеспечению безопасности значимого объекта КИИ принимаются субъектом КИИ на всех стадиях его жизненного цикла, включая создание, модернизацию, использование и вывод из эксплуатации, и должны содержать [5]:

- ◆ установление требований к обеспечению безопасности объекта;
- ◆ разработку соответствующих организационных и технических мер и их внедрение (для эксплуатируемого объекта КИИ – при его модернизации);
- ◆ обеспечение безопасности объекта КИИ в ходе его эксплуатации и при выводе его из эксплуатации.

Многие субъекты КИИ ошибочно занижают категорию значимости своих объектов КИИ, в частности, АСУ ТП КИИ. Это обусловлено некоторыми заблуждениями специалистов информационной безопасности:

- ◆ АСУ ТП КИИ требует защиты информации исключительно на логическом и физическом уровнях (система контроля и управления доступом, использование средств межсетевое экранирования);
- ◆ АСУ ТП КИИ безопасна, потому что она уникальна, и взломщик не способен понять принципы ее работы;
- ◆ АСУ ТП КИИ не интересны для атак.

Понимание и применение основополагающих принципов информационной безопасности может предотвратить реализацию абсолютного большинства непреднамеренных угроз безопасности информации АСУ ТП КИИ. В то же время знание того, что служба безопасности организации контролирует действия пользователей АСУ ТП КИИ (администраторы, операторы, обслуживающий персонал и др.), снижает вероятность реализации преднамеренных угроз безопасности информации АСУ ТП КИИ.

С вступлением в силу Закона и подзаконной нормативной базы окончательно поставлена точка в вопросе необходимости обеспечения информационной безопасности КИИ. Защищать информационные системы придется планомерно и на регулярной основе всем организациям, которые осуществляют деятельность в банковской и кредитно-финансовой сфере, в областях здравоохранения, науки, транспорта, связи, энергетики и ТЭК, а также оборонной, ракетно-космической, горнодобывающей, металлургической и химической промышленности [6].

При этом работы необходимо начать с инвентаризации собственной информационной инфраструктуры, что позволит выявить потенциальные значимые объекты КИИ. После чего провести их категорирование и сформировать набор требований по обеспечению безопасности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Постановление Правительства РФ от 01.11.2012 N 1119 «Об утверждении требований к защите персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных». – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_137356/.
2. Федеральный закон от 26.07.2017 N 187-ФЗ «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации». – URL: <https://fstec.ru/index?id=1610:federalnyj-zakon-ot-26-iyulya-2017-g-n-187-fz>.
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 08.02.2018 г. № 127 «Об утверждении Правил категорирования объектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации, а также перечня показателей критериев значимости объектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации и их

- значений». – URL: <https://fstec.ru/tekhnicheskaya-zashchita-informatsii/obespechenie-bezopasnosti-kriticheskoy-informatsionnoj-infrastruktury/287-postanovleniya/1614-postanovlenie-pravitelstva-rossijskoj-federatsii-ot-8-fevralya-2018-g-n-127>.
4. Приказ ФСТЭК России от 11 февраля 2013 г. № 17 «Об утверждении требований о защите информации, не составляющих государственную тайну, содержащейся в государственных информационных системах». – URL: <https://fstec.ru/normotvorcheskaya/akty/53-prikazy/702>.
 5. Приказ ФСТЭК от 21.12.2017 №235 «Об утверждении Требований к созданию систем безопасности значимых объектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации и обеспечению их функционирования». – URL: <https://fstec.ru/normotvorcheskaya/akty/53-prikazy/1589>.
 6. Постановление Правительства Российской Федерации от 17.02.2018 № 162 «Об утверждении Правил осуществления государственного контроля в области обеспечения безопасности значимых объектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации». – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71783452>.

М.Е. Каменнов

**МЕТОДИКА КЛАССИФИКАЦИИ ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ УРОВНЯ
ЗЛОУМЫШЛЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОБЪЕКТЕ
ИНФОРМАТИЗАЦИИ В ПРОЦЕССЕ ФОРМИРОВАНИЯ ТИПОВОЙ
МОДЕЛИ НАРУШИТЕЛЯ**

Руководитель – к.т.н., доцент кафедры прикладных информационных технологий
Е.А. Максимова

РТУ МИРЭА, г. Москва

Введение. Одним из главных направлений деятельности крупных стран в попытке увеличения интенсивности развития является информатизация производства, обслуживания и жизненно важных областей существования общества. Цифровые технологии проникают в старые и только появившиеся отрасли. При этом повышаются точность и скорость производства. Безопасность этого механизма является неизменным условием жизнеспособности системы в целом.

Главной сложностью в реализации процесса защиты объекта информатизации является наличие злоумышленников, имеющих определенные цели и мотивы для реализации угроз безопасности. Цели потенциальных нарушителей разнообразны, начиная от простой проверки своих возможностей и развлечения, заканчивая направленным заказом на разрушение системы со стороны конкурентов.

Злоумышленников может не интересовать содержание системы, суть и важность её функционирования. Для них интересны методы и средства нарушения связи между её компонентами, вывод её из рабочего состояния. При этом злоумышленники занимаются обнаружением мелких неточностей и ошибок кода или способов получения информации. Поэтому трудно заранее предсказать, как именно нарушитель попадёт в неё.

В попытках спрогнозировать действия вероятного нарушителя и составить всеобъемлющую модель различные специалисты выдвигают всевозможные методики оценки злоумышленника. В связи с обилием появившихся в последнее время подходов, ярко проявляется необходимость в их классификации.

Методика. На основании анализа существующих подходов нами выдвинута «Четырёхкритериальная Методика классификации».

Методика основана на классификации, изображённой на рис. 1.

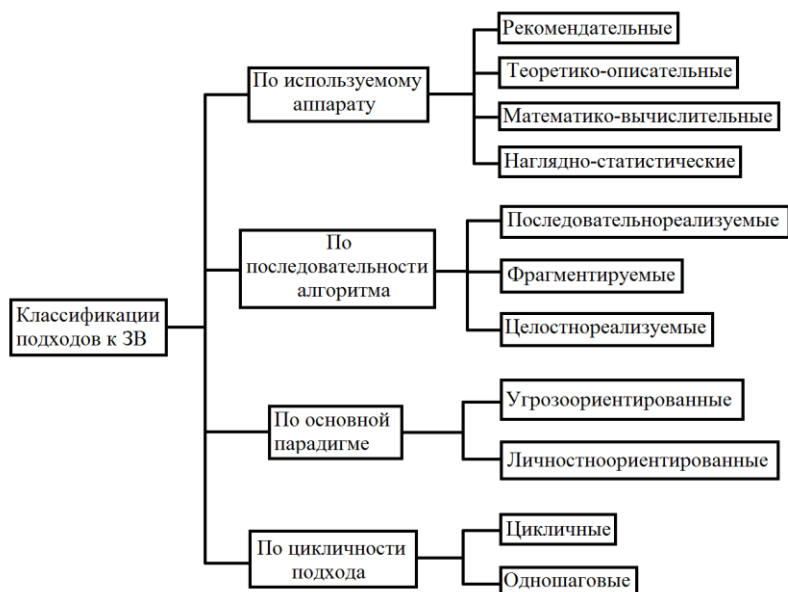


Рис. 1. Классификация подходов к оценке Злоумышленного Воздействия

Основные принципы методики:

- ◆ Логическое разделение признаков – каждый выделенный признак классификации рассматривает подход в определённом направлении. «Признаки не пересекаются»

- ◆ Уникальность признака – дополнительные признаки разделяющие подходы по незначительным отклонениям удалены.

Методика включает следующие базовые положения:

1. По используемому аппарату подходы бывают:

- ◆ Рекомендательные – объясняют принцип подхода с указанием методов, но чаще без него. Главные «представители» этого вида – нормативные акты, доктрины и методические рекомендации.

- ◆ Теоретико-описательные – выдвигают предположения (теории) о возможных угрозах или вероятных возможностях злоумышленника. Примером таких подходов являются: шестикомпонентный подход Р. Берка и Б. Мобашера [14] и другие подобные.

- ◆ Математико-вычислительные – ряд подходов, использующих математические алгоритмы для выявления закономерностей и присвоения характеристикам численного значения. К ним относится подход А.И. Спивак с использованием величины деструктивного воздействия [6].

- ◆ Наглядно-статистические – подходы, использующие не предположения относительно угроз или расчётные методы, а статистику использования методов. В большей степени объединяют оправдавшие себя методы из других подходов.

2. По последовательности алгоритма подходы бывают:

- ◆ Последовательнореализуемые – подходы, алгоритм которых не предполагает реализации последующего шага до завершения предыдущего. Чаще всего подходы представляют собой чёткую последовательность действий и инструкций по составлению модели. Один из примеров – трёхуровневый алгоритм моделирования BSIMM [17].

◆ Фрагментируемые – подходы позволяют параллельно и независимо реализовывать несколько пунктов алгоритма. Обычно разными частями занимаются разные эксперты (группы экспертов), а на финальной стадии их объединяют в полную модель. Подход Р. Берка и Б. Мобашера [14] относится к фрагментируемым, поскольку может выполняться параллельно.

◆ Целостнореализуемые – подходы, предполагающие, что выполнение частей алгоритма связано не только прямой, но и обратной (возможно косвенной) связью. Ярким примером является шестиуровневый круг риска К. Лаордена и Г. Альвареса [16].

3. По основной парадигме:

◆ Угрозоориентированные – подходы, берущие за основу модель угроз с рассмотрением злоумышленника как ФОРМАЛЬНЫЙ источник. В основном иностранные источники используют такой подход.

◆ Личностноориентированные – подходы, основное внимание в которых уделяется злоумышленнику, его модели и характеристикам. Угрозы в данном подходе являются СЛЕДСТВИЕМ действий злоумышленника. Российские источники предпочитают такие подходы.

4. По цикличности подхода:

◆ Циклические – каждый шаг проходится несколько раз после завершения всего алгоритма для уточнения величин и характеристик. Яркий пример – шестиуровневый круг риска К. Лаордена и Г. Альвареса [16].

◆ Одношаговые – подходы, которые реализуют модель за одну итерацию алгоритма. Примером является мотивационная классификация Гафизова Р.М. и Ахматзоды Ш.А. [10].

Суть методики проста. Последовательно оценив подход к оценке злоумышленного воздействия нарушителя по каждому из четырёх критериев, его можно строго классифицировать среди множества других подходов.

Пример использования методики. В 2017 году Савченко С.О. и Капчук Н.В., описывая алгоритм построения модели нарушителя [9] использовали методы и понятия теории игр. Описание нарушителя безопасности было представлено как одноходовая матричная игра с нулевой суммой. В этой модели существует два игрока – нарушитель и защитник. Они знают всё о действиях соперника, но не могут скооперироваться. Модель дополняется элементами теории вероятностей и теории графов. Модель практически в полной мере описывает поведение «игроков» и позволяет довольно точно оценивать защищённость системы. Но условие о полном знании действий оппонента, как и противоположное условие в методике Спивака А.И. в 2010 году, не позволяет рассматривать ситуации, противоречащие этому условию, например, ситуацию скрытого воздействия на систему [5].

Таким образом, исследователи предложили математико-вычислительный, целнореализуемый, личностноориентированный, одношаговый подход.

Вывод. Представленная методика позволяет объединять подходы в группы аналогов. Эти группы можно использовать для дальнейшего анализа и выявления наиболее эффективных методов в каждой группе.

На основании полученных методов можно составить более полную модель злоумышленника для оценки его воздействия на систему.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гостехкомиссия России. Руководящий документ. Защита от несанкционированного доступа к информации. Термины и определения. – М.: Военное издательство, 1992.
2. Федеральный закон от 26.07.2017 №187-ФЗ «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации».

3. Методический документ ФСТЭК России "Методика определения угроз безопасности информации в информационных системах" от 14 февраля 2008 г. Утвержден ФСТЭК России. 2008 г.
4. Методические рекомендации ФСБ "по разработке нормативных правовых актов, определяющих угрозы безопасности персональных данных, актуальные при обработке персональных данных в информационных системах персональных данных, эксплуатируемых при осуществлении соответствующих видов деятельности" от 31 марта 2015 года № 149/7/2/6-432. Утверждена ФСБ. 2015 г.
5. *Бояринцев А.В., Ничиков А.В., Редькин В.Б.* Общий подход к разработке моделей нарушителей // Системы безопасности. – 2007. – № 4.
6. *Спивак А.И.* Оценка эффективности атак злоумышленника в процессе построения его модели // Научно-технический вестник Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий. Механика и оптики. – 2010. – № 2.
7. *Жуков В.Г., Жукова М.Н., Стефаров А.П.* Модель нарушителя прав доступа в автоматизированной системе // Программные продукты и системы. – 2012. – № 2.
8. *Ищенинов В.Я., Чудинов С.М.* Оценка риска воздействия на объект информатизации с помощью аппарата нечётких множеств // Научные ведомости. Серия История. Политология. Экономика. Информатика. – 2013. – № 1.
9. *Савченко С.О., Капчук Н.В.* Алгоритм построения модели нарушителя в системе информационной безопасности с применением теории игр // Динамика систем, механизмов и машин. – 2017. – № 4.
10. *Гафизов Р.М., Ахматзода Ш.А.* Разработка модели нарушителя беспроводной сети // Инновации в науке. – 2018. – № 12.
11. The National Security Act of 1947, Pub. L. No. 235, 61 Stat. 495 (July 26, 1947), codified at 50 U.S.C. ch. 15, as amended.
12. Homeland Security Act of 2002: Critical Infrastructure Information Act (also called the Critical Infrastructure Information Act of 2002 (CIIA)), Pub. L. No. 107-296 (Titles II and III), 116 Stat. 2135, §§211-215 (Nov. 25, 2002).
13. National Cybersecurity and Critical Infrastructure Protection Act of 2014. H.R. 3696. – URL: <https://www.govtrack.us/congress/bills/113/hr3696>.
14. *Burke R., Mobasher B., Roman Zabicki and Runa Bhaumik.* Identifying Attack Models for Secure Recommendation. – 2004.
15. *O'Mahony, Michael & Hurley, Neil & Silvestre, Guenole.* Recommender Systems: Attack Types and Strategies. – 2005. No. 1. – P. 334-339.
16. *Laorden, Carlos & Sanz, Borja & Alvarez, Gonzalo & Bringas, Pablo.* A Threat Model Approach to Threats and Vulnerabilities in On-line Social Networks. – 2010. – Vol. 85. – P. 135-142. – Doi: 10.1007/978-3-642-16626-6_15.
17. Attack Models // Attack models in Software Security|BSIMM. – URL: <https://www.bsimm.com/framework/intelligence/attack-models.html> (дата обращения: 20.08.2020).
18. ГОСТ Р ИСО/МЭК "Информационная технология (ИТ). Методы и средства обеспечения безопасности. Безопасность сетей. Ч. 1. Обзор и концепции" № 27033-1-2011.
19. ГОСТ Р "Безопасность функциональная связанных с безопасностью зданий и сооружений систем. Ч. 1. Основные положения" от 1 января 2010 № 53195.1-2008.

А.А. Зеленский

**РАЗРАБОТКА МОНИТОРА БЕЗОПАСНОСТИ ОТ ДЕСТРУКТИВНЫХ
ВЛИЯНИЙ ВЕБ-САЙТОВ И СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ ИНТЕРНЕТА**

Руководитель – д.ф.-м.н., профессор кафедры кибербезопасности
информационных систем Л.В. Черкесова

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону

Введение. Деструктивное воздействие на детей, несовершеннолетних подростков и молодёжь РФ через противоправный контент социальных сетей.

Информационные технологии внедряются в нашу жизнь стремительными темпами. На сегодняшний день Интернет является неотъемлемой частью жизни любого взрослого человека. Мы используем компьютеры на работе, дома, на от-

дыхе и даже во время поездок на транспорте. В наше время компьютеры стали чаще использоваться в быту, чем в офисных помещениях. Эта тенденция приобретает мировой характер, и Россия не является исключением. Возрастной диапазон пользователей сети интернет расширяется, а доля молодых и совсем юных пользователей среди них очень велика. Всё большее количество детей уже в раннем возрасте начинают осваивать Интернет, легко ориентируясь на различных сайтах и в приложениях. Родители не всегда имеют возможность проконтролировать действия своих детей, которые уже с дошкольного возраста проявляют интерес к компьютерным технологиям.

В связи с этим, возникла проблема обеспечения информационной безопасности детей, несовершеннолетних подростков, да и совершеннолетней, но совсем неопытной и наивной молодёжи России. Доступ к безграничному количеству информации, которая долгое время поступала в сеть Интернет без надлежащего контроля со стороны государства и их родителей, часто опасен.

Информационная безопасность подрастающего поколения – это состояние защищенности детей и подростков, при котором отсутствует риск, связанный с причинением вреда их здоровью и (или) физическому, психическому, духовному, нравственному развитию со стороны деструктивной информации [7].

Дети быстро становятся подростками, а затем молодёжью, и с раннего возраста связаны с Интернетом. Это сказывается на их социализации, так как виртуальный мир и реальность для них сливаются воедино [1]. Если раньше формирование личности подростка происходило за счёт сопричастности к субкультурным сообществам, то сейчас социализация происходит в различных социальных сетях, играх, блогах и т.д. (рис. 1). Опасностью этого процесса является тот факт, что несовершеннолетние, вчерашние дети, ещё не способны чётко разделять реальный и виртуальный мир, который, зачастую, кажется им игрой с бесконечным количеством жизней. Нередко действия в «онлайне» проецируются на окружающий мир «офлайн» реальной жизни.

Выделяется несколько групп угроз для детей, подростков и молодёжи:

- ◆ Небезопасные знакомства;
- ◆ Кибербуллинг (киберттроллинг, травля человека);
- ◆ Деструктивные Web-сайты;
- ◆ Противоправный контент;
- ◆ Интернет-зависимость.



Рис. 1. Статистика использования детьми и подростками интернета

В наших силах разработать интеллектуальные информационные системы – мониторинги безопасности, которые смогут контролировать деструктивный, опасный и вредоносный контент, выкладываемый в сеть.

Разработка программного обеспечения. Обеспечение безопасности детей и несовершеннолетних подростков является задачей повышенной актуальности. Для её решения следует разработать специальное программное обеспечение. Создание монитора безопасности, позволяющего просматривать, анализировать и блокировать деструктивные Web-сайты с вредоносным контентом ещё до его загрузки на компьютер юного пользователя, поможет родителям контролировать увлечения своих детей.

Задачу анализа текста на Web-сайтах рассматривали многие российские и зарубежные авторы, среди которых Barakhnin V.B., Mukhamedyev R.I. (в работе «Methods to identify the destructive information») [2], Воронина И.Е., Гончаров В.А. (в работе «Анализ эмоциональной окраски сообщений в социальных сетях (на примере сети «В_Контакте»)» [5], Gostyunina V.A., Davidyuk N.V. (в работе «The combined method of textual information analysis for the content of destructive indicators») [6], Байдулова Д.Р., Гостюнина В.А., Давидюк Н.В. (в работе «Применение машинного обучения в процессе поиска деструктивной информации в Web-контенте») [3], Браницкий А.А., Дойникова Е.В., Котенко И.В. (в работе «Использование нейросетей для прогнозирования подверженности пользователей социальных сетей деструктивным воздействиям») [4] и многие другие авторы.

Целью исследования является разработка программного обеспечения – монитора безопасности, предназначенного для родителей детей и несовершеннолетних подростков, способного защитить юных пользователей от деструктивного влияния Web-сайтов с опасным, деструктивным и вредоносным контентом, представляющих угрозу их психологической защищённости.

Объектом исследования являются Интернет-ресурсы, содержащие деструктивный вредоносный текстовый контент, угрожающий психологической безопасности детей и несовершеннолетних подростков.

Предметом исследования являются алгоритмы анализа текстового контента Web-сайтов и методы их блокирования ещё до просмотра юным пользователем.

Подобные программы в мире давно существуют. Среди них нужно назвать программные продукты: KinderGate, KidShell, Kaspersky и другие.

В отличие от других программных продуктов, разработанный авторами этой статьи монитор безопасности имеет свои принципы (рис. 2):

- ◆ выполняется мониторинг и анализ текста Web-сайта, позволяющий обнаружить наличие деструктивных фраз, словосочетаний и слов, путём предварительной загрузки сайта скрытно от юного пользователя;
- ◆ в случае обнаружения опасного вредоносного контента, производится автоматическое внесение обнаруженного Web-сайта в базу деструктивных сайтов;
- ◆ формируется постоянно пополняемый словарь – список деструктивных фраз, словосочетаний и слов, указывающих на наличие на сайте опасного контента;
- ◆ разработанный авторами этой статьи монитор безопасности является абсолютно бесплатным, импортозамещающим, и рассчитан на российского пользователя с любым, в том числе, низким, уровнем компьютерной грамотности.

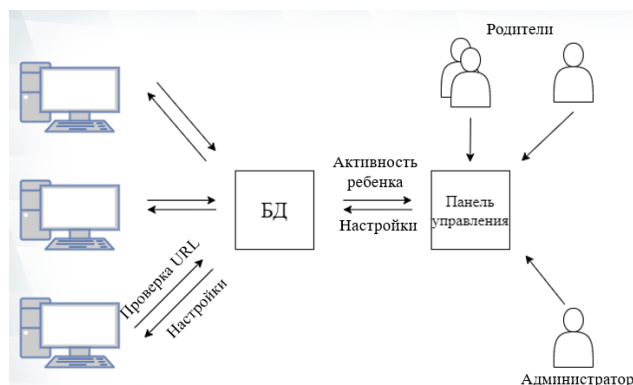


Рис. 2. Принцип ПО, разработанного авторами этой статьи

Элементы ПО: расширение браузера; сервер; личный кабинет родителей.

В рамках выбранной архитектуры ПО, процедура блокирования Web-сайта с небезопасным контентом выглядит следующим образом: при открытии ребенком или несовершеннолетним подростком любого сайта, расширение браузера внедряется в процесс загрузки страницы; оно растягивает загрузку сайта на время его проверки, то есть визуально останавливает загрузку страницы и загружает его в фоновом режиме. Программа проверяет Web-сайт на наличие опасного контента, затем либо удаляет этот контент и выводит на экран сообщение об ошибке, либо открывает саму Web-страницу, но при этом отправляет информацию на сервер и в личный кабинет родителей. Родители, в свою очередь, могут выбирать статус просмотренного контента и блокировать его самостоятельно, если считают его просмотр нежелательным для своих детей.

Браузерное расширение реализуется с помощью языка программирования Java Script и имеет свой принцип и алгоритм работы (рис. 3).

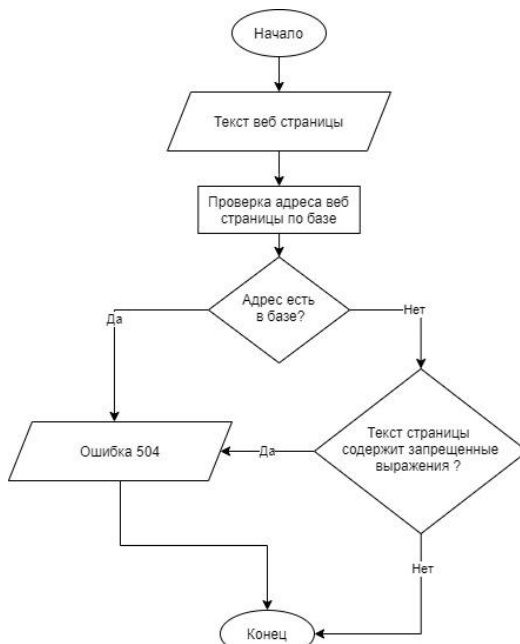


Рис. 3. Алгоритм работы расширения

Работа расширения происходит в несколько этапов (шагов). На первом этапе, ещё до загрузки контента, *включается код, который покрывает всю страницу белым слоем, чтобы растянуть загрузку* страницы на время её проверки. На втором этапе выполняется исследование загруженного, но ещё не выведенного на экран контента. На третьем этапе, если проверка Web-сайта была пройдена успешно, то белый слой будет снят и откроется уже загруженная Web-страница. В противном случае, опасный контент будет немедленно удалён, и вместо него на экране появляется сообщение об ошибке сети.

Для ускорения работы расширения сервер ежедневно формирует список запрещённых выражений, словосочетаний и фраз, чтобы не делать выборку постоянно. Кеш записи разбит по видам угроз: например, это фразы, связанные с эротикой, порнографией, педофилией, призывами к убийствам, суициду, преступлениям, противоправным действиям, и т.д. Для расчёта рейтинга сайта и для измерения степени его деструктивности используется формула 1.

$$q_i = \sum_{j=0..s_i} \frac{1}{s_i} * t_{ij} \quad (1)$$

где q_i – рейтинг i -го сайта от 0 до 1; i – порядковый номер сайта в системе; j – порядковый номер посетителя; s_i – число уникальных посетителей сайта; t_{ij} – коэффициент вредоносности сайта, в пределах $[0, 0.5, 1]$.

Программная реализация разработанного авторами этой статьи монитора безопасности разделена на две части. Архитектурно используется схема клиент-серверного приложения. В качестве клиентов выступают расширение и панель управления родителей, в качестве сервера – все остальные компоненты схемы. Стоит отметить, что панель управления выполняет презентационную роль.

Заключение. В процессе разработки монитора безопасности, авторами этой статьи были изучены возрастные особенности использования Интернета детьми, несовершеннолетними подростками и молодёжью; исследовано негативное влияние социальных сетей на психологическое, нравственное и моральное состояние детей, несовершеннолетних подростков и молодёжи; проведена классификация рисков и угроз, возникающих при отсутствии родительского контроля; проведен анализ проблемы защиты детей и несовершеннолетних подростков на правовой основе. Были проанализированы существующие программные приложения, созданные с целью обеспечения информационной безопасности детей и несовершеннолетних подростков в сети Интернет.

Рассмотрено использование уже существующего в мире ПО и проведено его сравнение с разработанным авторами этой статьи монитором безопасности. Выяснено, что существующие программные приложения, в основном, созданы за рубежом, и могут использоваться в России только при подключении платных версий. Кроме того, они, как правило, имеют англоязычный интерфейс и трудный в настройке функционал, непонятный многим российским родителям, тем более, не связанным по своей профессии с информационными технологиями.

Вместе с тем, импортозамещающий монитор безопасности, разработанный авторами этой статьи, является совершенно бесплатным и очень простым в использовании, так как предназначен для обычных российских родителей – рядовых пользователей, даже с низким уровнем компьютерной грамотности.

Разработка внедрена в эксплуатацию в детском компьютерном клубе ООО «Кибер_Арена» в г. Ростов-на-Дону, и показала хорошие результаты, оградив детей и подростков от многих угроз, и вызвав благодарность руководства клуба.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Атагимова Э.И.* Проблемы отрицательного влияния Интернета на нравственное воспитание подростков в информационном пространстве и пути решения // Правовая информатика. – 2013. – № 1. – С. 21-24.
2. *Barakhnin V., Mukhamedyev R., Mussabaev R., et al.* Methods to identify the destructive information // Journal of Physics: Conference Series. – 2019.
3. *Байдулова Д.Р., Гостюнина В.А., Давидюк Н.В.* Применение машинного обучения в процессе поиска деструктивной информации в Web-контенте // Вопросы информационной безопасности. – 2019. – С. 62-68.
4. *Браницкий А.А., Дойникова Е.В., Котенко И.В.* Использование нейросетей для прогнозирования подверженности пользователей социальных сетей деструктивным воздействиям // Информационно-управляющие системы. – 2020. – № 104. – С. 24–33. – Doi: 10.31799/1684-8853-2020-1-24-33.
5. *Воронина И.Е., Гончаров В.А.* Анализ эмоциональной окраски сообщений в социальных сетях (на примере сети «В_Контакте») // Компьютерная лингвистика и обработка естественного языка. – 2015. – № 4. – С. 151-158.
6. *Gostyunina V.A., Davidyuk N.V.* The combined method of textual information analysis for the content of destructive indicators // Journal of Physics: Conference Series. – 2019. – Doi: 10.1088/1742-6596/1399/3/033109.
7. Федеральный закон от 29.12.2010 N 436-ФЗ (ред. от 31.07.2020) "О защите детей от информации, причиняющей вред их здоровью и развитию".

И.О. Кадина

**ОСОБЕННОСТИ ТОЛЕРАНТНОСТИ К НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ
И КОПИНГ-СТРАТЕГИЙ СОТРУДНИКОВ ОРГАНОВ ВНУТРЕННИХ ДЕЛ**

Руководитель – к. психол. н., доцент кафедры психологии и безопасности жизнедеятельности Т.В. Эксакусто

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Психологическая устойчивость индивида определена рядом факторов, которые имеют отношение, как к личной биографии и субъективному опыту человека, так и к иным особенностям из его жизни. Не будет считаться преувеличением утверждение о том, что ощущение устойчивости среды, предсказуемости в жизни и ясности направления в жизненном пути создает для человека жизнь полную спокойствия, эмоциональной стабильности и комфорта. Умение переносить неопределенность, без потери навыка к приспособлению к быстро меняющимся обстоятельствам, считается одним из основополагающих социальных навыков в современном мире. Особенно важна эта особенность для сотрудников правоохранительной сферы.

Профессиональная деятельность сотрудников правоохранительных органов протекает в экстремальных условиях, сопряженных с особым риском, и отличается высокой нервно-психической напряженностью, которая возникает в результате воздействия различных многочисленных стресс-факторов, а также в ситуациях, характеризующихся условиями неопределенности. Неопределенность в профессиональной деятельности сотрудника правоохранительных органов может выступать фактором фрустрации и приводить к нарушению психологического здоровья, к снижению его профессиональной эффективности. Становится очевидным, что толерантность к неопределенности является одним из важных психологических факторов обеспечения надежности, эффективности, безопасности (физической и психологической) и успеха профессиональной деятельности сотрудников правоохранительных органов.

Проблема толерантности к неопределенности (ТН) достаточно подробно разработана в зарубежной психологии в трудах Е. Френкль-Брунsvик, С. Баднера, А. Фурхама, а также в работах российских ученых Е.Г. Луковицкой, М.Н. Юртаевой, Т.В. Корниловой, Е.Н. Осина. Понятие ТН (tolerance of ambiguity) было предложено Э.Френкель-Брунsvик в рамках исследования противоположных понятий «толерантность – интолерантность к неопределенности» [1].

На настоящий момент можно выделить три подхода к рассмотрению феномена толерантности/интолерантности к неопределенности. Соответственно она рассматривается как черта личности, как динамическая характеристика, как навык [5]. С точки зрения первого подхода интолерантность/толерантность к неопределенности как черта личности, проявляется в склонности воспринимать или не воспринимать неопределенные (новые) ситуации как источник угрозы (С. Баднер, 1962) [5]. С точки зрения рассмотрения ТН как динамической характеристики, она выступает, как процесс, который способствует повышению личной эффективности, а также успешности в профессиональной деятельности. Толерантность к неопределенности рассматривается также как навык, который позволяет совладать с проблемной ситуацией, в условиях новизны и недостатка информации.

Несмотря на наличие различных подходов к пониманию этого вопроса, под толерантностью к неопределенности чаще всего понимают способность человека принимать конфликт и напряжение, которые возникают в ситуации двойственности, неясности; противостоять несвязности и противоречивости информации, а также готовность принимать решения в этих условиях. В свою очередь, интолерантность представляет собой качество личности, характеризующее неготовностью субъекта принимать отличия объекта, а также дезадаптивностью к новым неожиданным условиям.

Анализ современных исследований показал наличие целого ряда переменных, которые можно исследовать на предмет корреляционных связей с толерантностью к неопределенности. [2] Среди них можно выделить такие группы переменных как:

- ◆ антропологические (пол, возраст и др.);
- ◆ индивидуально-типологические (темперамент, нейротизм и др.);
- ◆ личностные (эмпатия, жизнестойкость, эмоциональный интеллект и др.);
- ◆ социально-психологические (коммуникативная толерантность, социальная роль, социальная активность и т.п.).

Одной из важнейших переменных, коррелирующих с толерантностью/интолерантностью к неопределенности является копинг-поведение, т.е. стратегии, используемые человеком в трудных жизненных ситуациях [4]. На сегодняшний день под копинг-стратегией понимают элемент личностного потенциала в системе личностных факторов, из которых складывается уровень саморегуляции в стрессовых ситуациях [3].

Важно отметить, что особенности служебной деятельности сотрудников ОВД состоят в том, что для них большое значение приобретает готовность и возможность принимать решение в неожиданных, двойственных, противоречивых ситуациях, которая определяется уровнем толерантности к неопределенности. Эта готовность обусловлена многими факторами, и в свою очередь она проявляется в способности выбирать адекватные ситуации стратегии поведения. Теоретический анализ по исследуемой теме показал, что толерантность и интолерантность к неопределенности могут отражаться на выборе конструктивных/неконструктивных копинг-стратегий [5].

Таким образом, целью настоящего исследования станет изучение копинг-стратегий сотрудников ОВД с разной толерантностью к неопределенности. Объектом исследования выступают сотрудники ОВД с разной толерантностью к неопределенности. Предметом исследования станут копинг-стратегии сотрудников ОВД с разной толерантностью к неопределенности.

Для исследования толерантности к неопределенности был использован опросник толерантности к неопределенности MSTAT-1 (Multiple Stimulus Types Ambiguity Tolerance-1) Д. Маклейна в адаптации Е.Н. Осина.

На первом (пилотажном) этапе исследования были выявлены респонденты с разным уровнем толерантности к неопределенности в следующем соотношении: низкий – 10 %, средний – 40 %, высокий – 50 %.

Анализ полученных результатов показал, что респонденты в группе с высоким показателем толерантности к неопределенности характеризуются высоким (60 %) и средним (40 %) уровнями предпочтения неопределенности; высоким (60 %) и средним (40 %) уровнями отношения к новизне; преобладанием высокого уровня положительного отношения к сложным задачам (90 %); преобладанием высокого уровня положительного отношения к неопределенным ситуациям (90 %).

В группе со средним показателем толерантности к неопределенности были получены результаты, указывающие на средний (100 %) уровень предпочтения неопределенности; преобладание среднего уровня (90 %) отношения к новизне по отношению к низкому (10 %); равным соотношением между средним (50 %) и низким уровнем (50 %) положительного отношения к сложным задачам; преобладанием среднего уровня положительного отношения к неопределенным ситуациям (90 %) по отношению к низкому (10 %).

Результаты по группе с низкой ТН на данном этапе не анализировались в силу ее низкой репрезентативности.

Для изучения преобладающих копинг-стратегий был использован опросник для изучения копинг-поведения. Э. Хайма (E. Heim). С его помощью были изучены особенности копинга, отражающих действие когнитивных, эмоциональных и поведенческих копинг-механизмов, которые в свою очередь образуют 3 основные группы: адаптивные, неадаптивные и относительно адаптивные.

Среди респондентов с высоким показателем толерантности к неопределенности результаты выглядят следующим образом:

- ◆ адаптивные копинги: в когнитивном блоке отразились положительные результаты у 50 % респондентов; в эмоциональном блоке 100 % положительных результатов; в поведенческом блоке 90 % положительных результатов;

- ◆ неадаптивные копинги: в когнитивном блоке 0 %; в эмоциональном блоке 0%; в поведенческом блоке 10 %;

- ◆ относительно адаптивные копинги: в когнитивном блоке 50 %; в эмоциональном блоке 0 %; в поведенческом блоке 0%.

Среди респондентов со средним показателем толерантности к неопределенности результаты выглядят следующим образом:

- ◆ адаптивные копинги: в когнитивном блоке отразились положительные результаты у 0 % респондентов; в эмоциональном блоке 10 % положительных результатов; в поведенческом блоке 50 % положительных результатов;

- ◆ неадаптивные копинги: в когнитивном блоке 50 %; в эмоциональном блоке 90%; в поведенческом блоке 10 %;

- ◆ относительно адаптивные копинги: в когнитивном блоке 50 %; в эмоциональном блоке 0 %; в поведенческом блоке 0 %.

Таким образом, обнаружено, что у респондентов со средним уровнем толерантности к неопределенности преобладают неадаптивные способы совладания со стрессовыми ситуациями по сравнению с результатами респондентов, у которых

высокий уровень толерантности к неопределенности. Для них характерна тенденция к отрицательному отношению к новизне, решению сложных задач, в отличие от респондентов с высоким уровнем толерантности к неопределенности. В свою очередь у респондентов с высоким уровнем толерантности к неопределенности ярко выражено преобладание положительного отношения к сложным задачам, а также преобладанием положительного отношения к неопределенным ситуациям. Соответственно обнаружена тенденция, при которой наблюдается выбор более адаптивных стратегий сотрудниками с более высоким уровнем ТН. Так можно сказать, что они предпочитают эмоциональное преодоление с активным возмущением и протестом по отношению к трудностям и уверенностью в наличии выхода из любой ситуации, а также склонны к анализу возникших трудностей и возможных путей выхода из них, на основе повышения самооценки и самоконтроля, осознания собственной ценности.

Полученные результаты являются предварительной информацией о соотношении между уровнем толерантности к неопределенности и особенностями выбора копинг-стратегий у сотрудников органов внутренних дел. Перспективой исследования является дальнейшее изучение копингов с точки зрения их ассертивности, импульсивности, манипулятивности и т.п. сотрудников ОВД с разной толерантностью к неопределенности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Корнилова Т.В., Чумакова М.А., Корнилов С.А., Новикова М.А.* Психология неопределенности: единство интеллектуально-личностного потенциала человека. – М.: Смысл, 2010. – С. 103-115.
2. *Корнилова Т.В., Чумакова М.А.* Апробация краткого опросника Большой пятерки (ТРИ, КОБТ) // Психологические исследования. – 2016. – Т. 9, № 46. – С. 5-12.
3. *Леонтьев Д.А., Мандрикова Е.Ю.* Моделирование «экзистенциальной дилеммы»: эмпирическое исследование личностного выбора // Вестн. Моск. гос. ун-та. Сер. 14. Психология. – 2005. – № 4. – С. 37-42.
4. *Львова Е.Н., Митина О.В., Шлягина Е.И.* Личностные предикторы совладающего поведения в ситуации неопределенности // Психологические исследования. – 2015. – Т. 8, № 40. – С. 259-261.
5. *Шалаев Т.Н., Зинченко В.П., Шалаев Н.В., Петровский В.А. и др.* Толерантность к неопределенности в психологических теориях // Человек в ситуации неопределенности / гл. ред. А. К. Болотова. – М.: ТЕИС, 2007. – С. 34-48. – (Приоритетные национальные проекты "Образование").

П.В. Разумов

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ XSS-АТАК И СПОСОБОВ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ ИМ

Руководитель – д.ф.-м.н., профессор кафедры кибербезопасности информационных систем Л.В. Черкесова

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону

Введение. В предлагаемой работе созданы алгоритмы, поддерживающие сканирование возможных XSS-уязвимостей. Разработанные алгоритмы могут быть применены для создания автоматизированной системы сканирования, снижающей риск использования Интернет-ресурсов.

Целью данного исследования является создание импортозамещающей системы автоматизированного тестирования Web-приложений на наличие XSS-уязвимостей, способной сочетать высокий уровень покрытия и обнаружения с простотой настройки и эксплуатации.

Методология исследования. Главной задачей межсайтового скриптинга является заполучение cookies пользователей с помощью скрипта, встроенного в сервер, и дальнейшая выборка необходимых данных с использованием их для следующих атак. Злоумышленник осуществляет атаку пользователей не напрямую, а с использованием уязвимостей Web-сайта, который посещают жертвы, и внедряет специальный скрипт. В браузере этот код выглядит никак не выделяется, но при этом заражённый сайт становится пособником атаки [1–5]. Задачей специалиста по защите информации является исследование возможных действий хакеров, а также разработка методов противодействия XSS-атакам.

Принцип работы межсайтового скриптинга. Межсайтовый скриптинг (XSS) является одной из множества атак на Web-системы, затрагивающей множество Web-приложений и являющейся одной из самых распространенных видов хакерских атак на прикладном уровне. На английском языке, термин звучит как Cross-Site Scripting, но при этом имеет аббревиатуру XSS, чтобы не перепутать их с каскадными таблицами стилей – Cascading Style Sheets [6–10].

Общая классификация XSS-атак. Не все уязвимости одинаковы, их существует множество типов. Рассмотрим классификацию таких атак и проведем анализ по двум критериям: по направлению воздействия и по способу воздействия.

Рассмотрим и разберем рис. 1 продемонстрированный ниже, где можно наглядно рассмотреть способы применения межсайтового скриптинга.



Рис. 1. Классификация XSS-атак

Результаты исследования. Алгоритм проверки Web-страницы на XSS-уязвимость состоит из 7 обязательных шагов.

1. В DOM-модели Web-страницы выбираются элементы с тегом <form/>.
2. Внутри каждого из них находятся дочерние элементы <input/>.
3. Для каждого найденного элемента формируется объект данных, который включает значение атрибута name тега <input/>, значение атрибута action и родительского элемента <form/>. В случае, если атрибут пуст, то используется текущий URL-адрес; кроме того, включается текущий протокол, это могут быть протоколы http или https, а также текущий домен.
4. Массив собранных объектов отправляется на сервер.
5. Сервер для каждого набора данных формирует вредоносную ссылку и выполняет её предварительную загрузку, чтобы можно было в безопасной среде проверить, будет ли отклик со стороны потенциально уязвимой Web-страницы.
6. После проверки в базу данных сохраняется статус текущего домена, и на клиент отправляется визуальный элемент, символизирующий о статусе проверки.

7. В том случае, если вместе с набором данных пришел флаг, означающий запрос на детальный отчет, то в ответ следует прикрепить html-вёрстку отчёта для вывода на экран клиенту.

Описанный алгоритм представлен на рис. 2 в качестве блок-схемы.

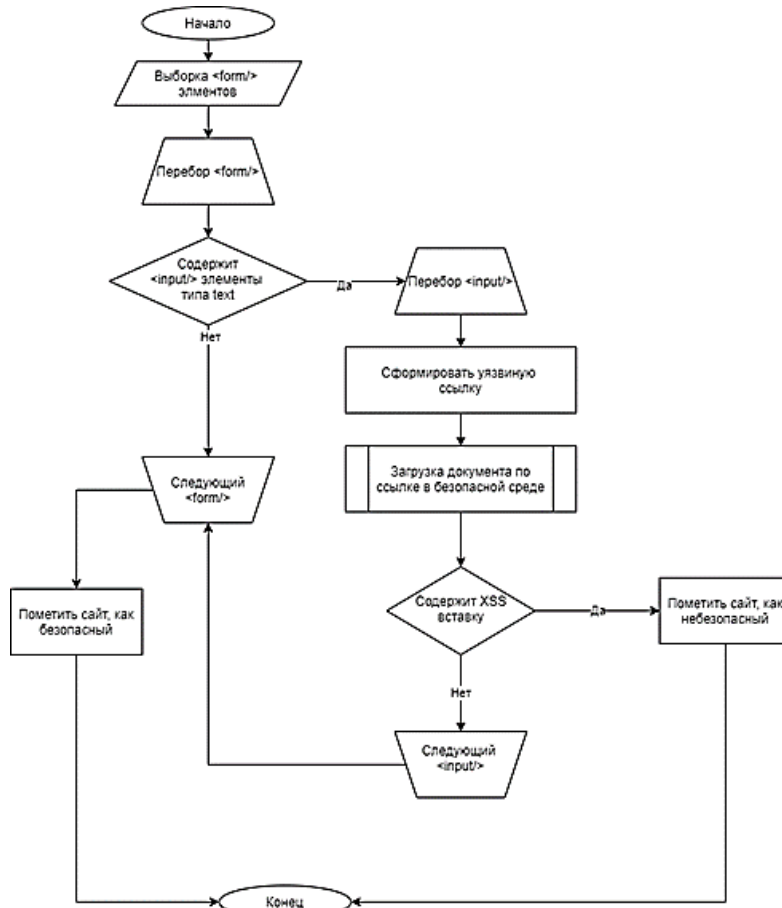


Рис. 2. Блок-схема поиска XSS-уязвимости

Алгоритм превентивной защиты состоит из 5 обязательных шагов.

1. В DOM-модели Web-страницы выбираются ссылки, то есть элементы с тегом `<a/>`, у которых атрибут `href` не является пустым.

2. Каждая ссылка помечается идентификатором вида `xss-mark-i`, где `i` – порядковый номер ссылки в DOM-модели.

3. Массив ссылок отправляется на сервер, где выполняется выборка по таблице с уже проверенными Web-страницами.

4. В результате сервер возвращает идентификаторы ссылок, которые могут быть потенциально опасными согласно накопленной информации.

5. Расширение, используя XSS, по идентификаторам из шага 2, визуально размечает опасные и уязвимые ссылки, давая понять пользователю, что ссылка может оказаться опасной, а информация на ней искаженной.

Данный алгоритм представлен на рис. 3 в качестве блок-схемы.

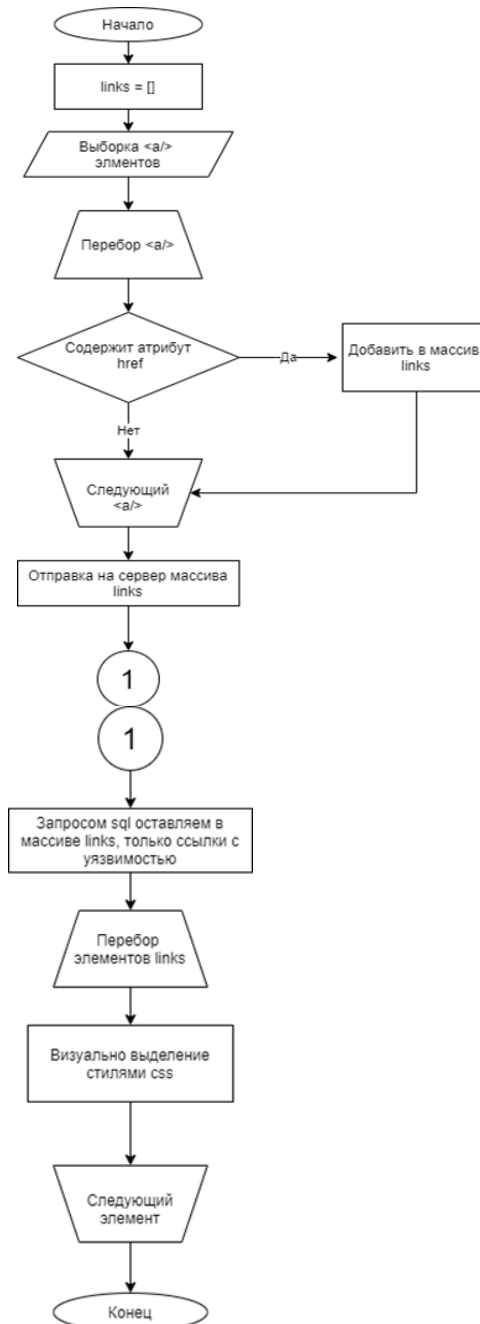


Рис. 3. Блок-схема поиска ссылок с XSS-уязвимостями

Таким образом, благодаря накоплению результатов проверок и методов превентивной защиты, можно гораздо быстрее накопить базу опасных сайтов и сделать Интернет безопасней от XSS-атак.

Заключение. В рамках данного исследования были изучены возможности хакеров по проведению скриптовых XSS-атак на Web-приложения, разработаны методы противодействия таким атакам. Проведён критический анализ существующих систем

безопасности, позволяющих производить автоматизированное тестирование приложений в контексте XSS-уязвимостей, выявлены их достоинства и недостатки. Разработаны собственные алгоритмы, и, на их основе, создана многопоточная система автоматизированного тестирования Web-приложения на наличие XSS-уязвимостей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Common Weakness Enumeration. – URL: <https://cwe.mitre.org/> (дата обращения: 23.10.2020).
2. *Fogie S., Grossman J., Hansen R, et all.* XSS-attacks: exploitation and protection. – Syngress, 2007. – 464 с.
3. *Говард Ф.* Современные Интернет-атаки.. – URL: <http://help.yandex.ru/webmaster/?id=1076109> (дата обращения: 23.10.2020).
4. *Жуков А.И., Гранков М.В.* Использование языка SQL для взаимодействия с современными СУБД: метод. указания. – Ростов-на-Дону: Изд. центр ДГТУ, 2013. – 203 с.
5. *Козлов Д.Д.* Методы обнаружения уязвимостей в Web-приложениях. – М.: Изд-во факультета ВМиК МГУ, 2010. – С. 146-158.
6. Кузнецов М.В., Симдянов И.В. Объектно-ориентированное программирование на PHP. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 608 с.
7. *Митчелл К.* Обеспечение безопасности Web-сайтов. – URL: <http://help.yandex.ru/webmaster/?id=1071330> (дата обращения: 23.10.2020).
8. Семенов Ю.А. Обзор уязвимостей, некоторых видов атак и средств защиты. – URL: <http://book.iterp.ru/6/intrusion.htm> (дата обращения: 24.10.2020).
9. *Шелухин О.И., Сакалема Д.Ж., Филинова А.С.* Обнаружение вторжений в компьютерной сети. – М.: Горячая линия – Телеком, 2013. – 220 с.
10. *Флэнаган Д.* Javascript. Подробное руководство. – Символ-плюс, 2012. – 157 с.

Е.С. Лопатина

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В СИСТЕМЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ

Руководитель – к.э.н., доцент высшей инженерно-экономической школы
Т.Ю. Фефилова

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
г. Санкт-Петербург*

Непрерывная и эффективная деятельность организаций обуславливается качественными и структурированными управленческими решениями. Все управленческие решения принимаются на основе детального анализа как внутренней информации, так и из информации, поступающей из внешней среды.

Эпоха цифровизации и повсеместное внедрение информационных технологий в различные бизнес-процессы обуславливают трансформацию статуса информации. Так, информация обретает статус стратегического ресурса для любой организации, от эффективного использования которого зависит безопасность этой организации. В эпоху цифровизации информацию можно назвать полноценным фактором производства, на равных условиях с землей, трудом, капиталом и предпринимательскими способностями [4].

В связи с возрастающим значением информации формируется информационное пространство, которое нуждается в защите от несанкционированных воздействий и негативных влияний не только на государственном и региональном уровнях, а также на уровне организаций [2].

Состояние защищенности информации в организации обеспечивает получение дохода, сохранения существующего положения на рынке, повышения конкурентоспособности и повышения эффективности деятельности компании. Это озна-

чает, что информация является одним из элементов эффективной экономической деятельности организации. Именно поэтому информационная безопасность является неотъемлемым элементом экономической безопасности организации.

В информационном обществе с быстроменяющимися условиями деятельности организаций стоит правильно трактовать понятие «экономическая безопасность» и понятие «информационная безопасность». В большинстве научно-исследовательских публикациях данные понятия принимаются во внимание по отдельности, однако такой подход нецелесообразен в современных экономических реалиях [1, 3].

Информационная безопасность рассматривалась только как самостоятельная категория, в настоящее время стоит рассматривать информационную безопасность организации как составляющую ее экономической безопасности.

Существует множество трактовок понятия «экономическая безопасность», что подтверждает тот факт, что не существует единого подхода к ее трактованию. Существование единого подхода невозможно, так как сущность понятия экономическая безопасность изменяется от характеристик социально-экономической системы. Рассмотрим распространенные трактовки понятия «экономическая безопасность», предложенные отечественными и зарубежными авторами, а также нормативно-правовыми актами РФ (рис. 1).

Автор	Трактовка понятия «экономическая безопасность»
Абалкин Л. И.	... совокупность условий и факторов, обеспечивающих независимость национальной экономики, ее стабильность и устойчивость, способность к постоянному обновлению и совершенствованию
Архипов А., Городецкий А., Михайлов Б.	... способность экономики обеспечивать эффективное удовлетворение общественных потребностей на национальном и международном уровнях
Глазьев С. Ю.	... состояние экономики и производительных сил общества с точки зрения возможностей самостоятельного обеспечения устойчивого социально-экономического развития поддержания необходимого уровня национальной безопасности государства, а также должного уровня конкурентоспособности национальной экономики в условиях глобальной конкуренции
Сенчагов В.К.	... состояние экономики и институтов власти, при котором обеспечиваются гарантированная защита национальных интересов, социальная направленность политики, достаточный оборонный потенциал даже при неблагоприятных условиях развития внутренних и внешних процессов
Стратегия экономической безопасности РФ на период до 2030 года	... состояние защищенности национальной экономики от внешних и внутренних угроз, при котором обеспечиваются экономический суверенитет страны, единство ее экономического пространства, условия для реализации стратегических национальных приоритетов Российской Федерации
Magdolna CSATH (зарубежный автор)	... состояние, при котором риски для активизации факторов и процессов, угрожающих нормальному функционированию экономики и устойчивому росту, не превышают нормального диапазона

Рис. 1. Трактовки понятия «экономическая безопасность»

Анализируя рассмотренные трактовки, можно сказать, что не существует единого подхода к пониманию категории «экономическая безопасность».

В целях получения полного представления об информационной безопасности необходимо рассмотреть подходы различных авторов к трактовке понятия «информационная безопасность» (рис. 2).

Автор	Трактовка понятия «информационная безопасность»
Горбатьюк О.	... состояние защищенности информационных ресурсов человека, общества и государства, которое обеспечивает реализацию и прогрессивное развитие жизненно важных для них интересов, а также уровень защищенности информационной среды общества, который обеспечивает его формирование, использование и развитие в интересах граждан, организаций, государства и нейтрализации негативных последствий информатизации общества
Стрельцова А.А.	... невозможность нанесения вреда свойствам объекта безопасности, обусловливаемым информацией и информационной инфраструктурой
Доктрина информационной безопасности РФ	... состояние защищенности личности, общества и государства от внутренних и внешних информационных угроз, при котором обеспечиваются реализация конституционных прав и свобод человека и гражданина, достойные качество и уровень жизни граждан, суверенитет, территориальная целостность и устойчивое социально-экономическое развитие Российской Федерации, оборона и безопасность государства
Aleksandar ERCEG (зарубежный автор)	... это защита информационных систем и информации от потенциального несанкционированного доступа, использования, раскрытия, нарушения, модификации, прочтения, проверки, записи или уничтожения
Josh Fruhlinger (зарубежный автор)	... это совокупность методов и принципов защиты информации, которые обеспечивают потребности общества и государства в достоверной и безопасной информации

Рис. 2. Трактовки понятия «информационная безопасность»

Ознакомившись с различными подходами к определению информационной безопасности, можно сделать вывод, что, как и в случае с трактовкой экономической безопасности, не существует единого подхода к его трактованию. Просматривается тенденция в том, что авторы под информационной безопасностью понимают защиту информации, информационных систем и информационной среды.

Можно выделить, что большинство авторов рассматривают информационную безопасность как отдельную категорию, однако в современных реалиях наиболее верным подходом будет рассмотрение информационной безопасности организации как элемента ее экономической безопасности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Капустин Ф.А.* Информационная безопасность и защита информации в современном обществе // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2016. – № 2. – С. 738-741.
2. *Лопатина Е.С.* Факторы угроз информационной безопасности в условиях современных банков // Инновационные, финансовые и экономические аспекты информационной экономики XXI века: Сб. научных трудов Международной научно-практической конференции / под ред. В.Н. Немцева, А.Г. Васильевой. – 2020. – С. 189-193.
3. *Поморцев А.Н., Новиков С.Н.* Разработка системы параметров оценки рисков нарушения информационной безопасности организаций // Доклады ТУСУРа. – 2014. – № 2 (32). – С. 170-177.
4. *Шевко Н.Р.* Информационная составляющая экономической безопасности: необходимость обеспечения защищенности // Ученые записки Казанского юридического института МВД. – 2016. – № 2. – С. 160-165.

Н.Г. Ляшенко, К.С. Рысятова, Л.Н. Чемеригина

**ПОСТКВАНТОВАЯ СХЕМА ШИФРОВАНИЯ, ОСНОВАННАЯ
НА СУПЕРСИНГУЛЯРНЫХ ИЗОГЕНИЯХ**

Руководитель – д.ф.-м.н., профессор кафедры кибербезопасности
информационных систем Л.В. Черкесова

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону

Введение. На протяжении нескольких десятилетий активно развиваются и создаются все более мощные квантовые компьютеры, что заставляет учёных многих стран модифицировать и разрабатывать новые алгоритмы криптографической защиты информации.

В данной статье будет рассмотрен один из таких постквантовых алгоритмов - SIDH (Supersingular Isogeny Diffie–Hellman key exchange). В его основу положен алгоритм Диффи-Хеллмана, используемый для обмена секретными ключами между двумя пользователями. Получение общего секретного ключа, используемого незащищённые каналы связи, осложнилось в последние несколько лет, так как алгоритм Диффи-Хеллмана подвержен атакам со стороны квантовых компьютеров.

Объектом исследования является алгоритм SIDH.

Предмет исследования – модификация и алгоритмическая сложность разработки алгоритма SIDH.

Целью исследования является разработка эффективной модификации постквантового алгоритма SIDH, способной противостоять атаке GPST.

В соответствии с поставленной целью было определено несколько задач исследования:

1. Исследовать алгоритм работы SIDH и атаки, которым он подвержен.
2. Разработать математическую модель модификации алгоритма.
3. Реализовать алгоритм SIDH и его модификацию на языках Java и Python.
4. Проанализировать и сравнить криптографические качества разработанной модификации с уже имеющимся алгоритмом.

Исходные положения. Алгоритм SIDH (Supersingular isogeny Diffie–Hellman key exchange) был разработан в 2011 году учёными De Feo, Jao и Plut. Он основывается на сложности вычисления изогений между двумя суперсингулярными эллиптическими кривыми. Эта задача не может быть решена за полиномиальное время даже при использовании квантового компьютера [9].

Основным преимуществом протокола Диффи-Хеллмана с использованием суперсингулярных изогений является меньший размер ключа в сравнении с другими постквантовыми алгоритмами, такими как модификации криптосистемы Мак-Эллиса или криптографии с использованием решёток [6].

Алгоритм SIDH представляет собой усовершенствованный вариант протокола Диффи-Хеллмана и основывается на сложности вычисления изогений между суперсингулярными кривыми. Задача вычисления изогений формулируется следующим образом: для некоторого конечного поля k и двух суперсингулярных эллиптических кривых E_1 и E_2 определённых над этим полем и для которых выполняется $|E_1| = |E_2|$, необходимо вычислить изогению $f: E_1 \rightarrow E_2$ [5].

По аналогии с классическим протоколом Диффи-Хеллмана, SIDH предполагает взаимодействие двух участников (обозначим их как Алиса и Боб) с целью выработать общий секретный ключ, который они смогут использовать для дальнейшего обмена сообщениями.

Протокол состоит из четырёх шагов.

1. Определяется открытый ключ, который представляет собой большое простое число p и суперсингулярную кривую E над F_p .
2. Алиса и Боб выбирают по два целых числа и вычисляют изогении, которые обозначаются a и b , на основе базисов подгрупп E и выбранных чисел. Числа, которые выбрали Алиса и Боб определяют закрытый ключ алгоритма и должны оставаться в секрете.
3. Алиса отправляет Бобу значения E_a , $a(P_B)$, $a(Q_B)$, в свою очередь Боб отправляет Алисе значения E_b , $b(P_A)$, $b(Q_A)$.
4. На основе полученных на этапе 3 значений, Алиса вычисляет E_{ab} , а Боб вычисляет E_{ba} [4].

Против алгоритма SIDH были предложены различные атаки, но на сегодняшний день не существует атак, позволяющих злоумышленнику взломать алгоритм за приемлемое время (даже самые эффективные атаки имеют экспоненциальную сложность) при условии выбора ключа достаточной длины, отсутствия серьёзных ошибок в программной реализации и использовании модификаций для устранения уязвимостей в классическом алгоритме [3].

Атака GPST. Предложена в 2017 году и названа именем учёных Galbraith-Petit-Shani-Ti. Данная атака основывается на использовании «оракула» - функции, которая позволяет определить разрешимость некоторой задачи на основе входных данных [2].

На практике реализация оракула сводится к проверке того факта, что Алиса и Боб действительно смогли получить общий ключ, так как в этом и только в этом случае будет выполняться равенство j -инвариантов. Никакой дополнительной информации для осуществления атаки злоумышленнику не требуется.

Атака GPST была подробно рассмотрена в работах [1] и [7], в которой теоретически описана модификация, делающая атаку неэффективной.

Атака по сторонним каналам. При реализации этой атаки злоумышленник использует информацию о физических процессах в устройстве, которое выполняет шифрование. Так как для разных параметров время выполнения программы и энергопотребление будет отличаться, злоумышленник может получить некоторую информацию о выбранном ключе. Для защиты от атаки по времени используются реализации, в которых время выполнения постоянно для различных параметров кривой [8].

Программная реализация. Реализуемая модификация алгоритма состоит из двух модулей. Первый модуль выполняет генерацию простого числа p и параметры суперсингулярной кривой E , а затем выполняет вычисление изогений. Второй модуль получает на вход параметры из текстовых файлов и выполняет вычисление общего секретного значения. Далее общий ключ записывается в отдельный файл, и программа успешно завершается. На рис. 1 представлена схема алгоритма. Главным преимуществом модификации в сравнении с классической версией алгоритма является защита от атаки GPST.

Программная реализация написана на двух языках программирования – Python и Java. Вычислительная часть программы реализована на языке Java, так как он обеспечивает высокую производительность и надёжность разработанной программы. Графический интерфейс программного средства реализован на языке Python с применением библиотеки SimpleGUI, которая позволяет создать интерфейс программы с использованием небольшого количества кода. На рис. 2 представлен интерфейс программы при генерации общих параметров.

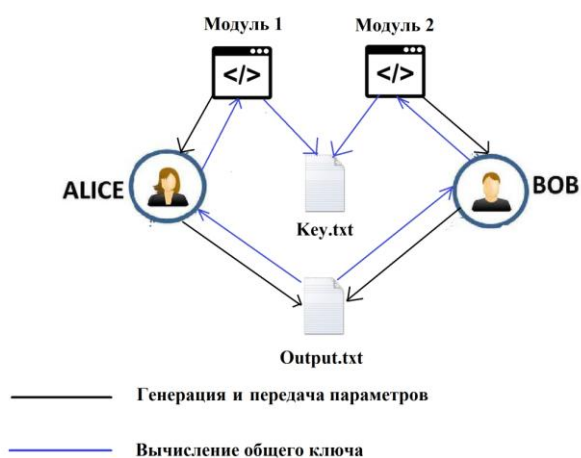


Рис. 1. Схема работы алгоритма SIDH

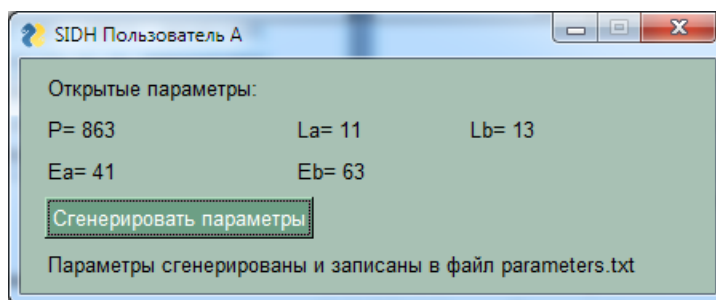


Рис. 2. Интерфейс программы

Если сгенерированные ранее параметры получены от другого пользователя, то они автоматически загружаются из файла. При нажатии на кнопку происходит вычислении ключа и его запись в файл key.txt. Пример генерации на основе принятых параметров показан на рис. 3.

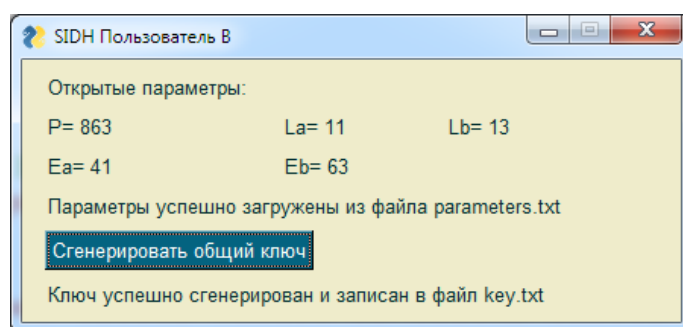


Рис. 3. Генерация общего ключа

При тестировании программы было измерено время, требуемое для генерации общего ключа в сравнении со стандартным алгоритмом SIDH. Результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты тестирования при вычислении общего ключа

№ Теста	Стандартный SIDH	Модификация SIDH
1	10.892	10.765
2	11.070	10.906
3	11.014	10.897
4	10.903	10.833
5	10.780	10.898
6	11.104	10.904
7	11.092	10.870
8	11.086	10.905
9	11.027	10.883
10	10.974	10.981

Заключение. В результате выполнения работы:

- ◆ рассмотрено теоретическое описание алгоритма постквантовой криптографии SIDH;
- ◆ изучены современные атаки на алгоритм SIDH и способы противодействия им;
- ◆ реализована модификация программы, которая обеспечивает устойчивость к атаке GPST без потери производительности;
- ◆ выполнено тестирование программного средства;

На основе проведенных исследований можно сделать вывод, что основным преимуществом разработанной модификации алгоритма SIDH является его высокая криптографическая стойкость, которая позволяет обеспечивать защиту от современных квантовых атак, при этом классический алгоритм уязвим к атаке GPST. С целью защиты от атаки GPST была разработана модификация, которая отличается от стандартного алгоритма выбором исходных открытых параметров. При тестировании было доказано, что модификация позволяет сохранить требуемый уровень производительности при генерации параметров и вычислении общего ключа.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Brian Koziel, Reza Azarderakhsh, Mehran Mozaffari-Kermani, Fast Hardware. Architectures for Supersingular Isogeny Diffie-Hellman Key Exchange on FPGA, Progress in Cryptology - INDOCRYPT 2016.* – 2016. – P. 191-206.
2. *Bottinelli P., De Quehen V., Leonardi C. The Dark SIDH of Isogenies, ISARA Corporation.* – Waterloo, Canada, 2019. – 67 p.
3. *Costello C., Hisil H. A simple and compact algorithm for SIDH with arbitrary degree isogenies.* – Yasar University, Izmir, Turkey, 2017. – 21 p.
4. *Costello C., Longa P., Michael Naehrig. Efficient algorithms for supersingular isogeny Diffie-Hellman, Microsoft Research, USA, 2016.* – 34 p.
5. *Damien R., Pierrakea M. Supersingular isogeny key-exchange.* – Universiteit Leiden, 2017. – 31 p.
6. *De Feo L. Mathematics of Isogeny Based Cryptography, École mathématique africaine.* – Thiès Senegal, 2017. – 44 p.
7. *Dobson S., Galbraith D., Legrow J. An Adaptive Attack on 2-SIDH.* – The University of Auckland, New Zealand, 2020. – 17 p.
8. *Jao D. Supersingular Isogeny Key Encapsulation, University of Waterloo & evolutionQ, Inc, October 1, 2020.* – 107 p.
9. *Jao D., Urbanik D. New Techniques for SIDH-based NIKE// Journal of Mathematical Cryptology.* – 2020. – Vol. 14 (1). – P. 120-128.

Е.А. Маро

**СРЕДСТВА МОДЕЛИРОВАНИЯ УТЕЧЕК НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА
ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ШИФРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ**

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Введение. Всесторонний анализ стойкости существующих и разрабатываемых криптографических алгоритмов является важной составляющей информационной безопасности. Зачастую при разработке алгоритма шифрования проводится исследование стойкости математических преобразований, лежащих в основе шифра, к существующим методам криптоанализа и корректировка параметров шифрования по результатам научно-исследовательских работ (увеличение длины ключевой последовательности, числа раундов, изменение структуры блоков замен и т.д.). Следовательно, большинство используемых криптографических алгоритмов являются математически (вычислительно) стойкими при текущих вычислительных мощностях атакующих и использовании существующих подходов к анализу шифров. В тоже время в ходе анализа стойкости криптографических систем важно учитывать не только используемые математические конструкции, но и их реализацию в виде программных и программно-аппаратных средств защиты информации. Так вычислительно стойкие криптографические алгоритмы могут быть уязвимы при атаках с использованием дополнительной информации о процессе шифрования данных в реальных физических устройствах. Примерами подобных данных могут служить время вычислений (отличающееся для различных ключевых или промежуточных значений), энергопотребление устройства, электромагнитное излучение, формирование ошибок вычислений (как случайные, так и специально внедряемые). Атаки, использующие сведения о параметрах функционирования физических криптографических устройств, называются атаками по побочным каналам.

Анализ энергопотребления. Одними из широко применяемых разновидностей атак по побочным каналам являются атаки на основе анализа энергопотребления устройств при выполнении криптографических алгоритмов. Для оценки возможности реализации атак по энергопотреблению основой является построение модели утечки для исследуемой реализации криптографического алгоритма или протокола. В целях обеспечения стойкости криптографических алгоритмов к атакам по побочным каналам программные или программно-аппаратные реализации средств криптографической защиты информации подвергаются множественной проверке на наличие утечек. Последовательность проверки используемых криптографических средств на стойкость к атакам по побочным каналам описана в международном стандарте ISO/IEC 17825:2016 «Information technology – Security techniques – Testing methods for the mitigation of non-invasive attack classes against cryptographic modules» [1]. Процедура проверки устройств (и программ), реализующих криптографические алгоритмы является дорогостоящим исследованием ввиду необходимости использования высокоточного оборудования и множественного анализа получаемых данных, а также применения различных постоянно обновляемых методов воздействия на исследуемые объекты с целью выявления новых информативных каналов утечки.

В настоящее время проводят исследовательские работы, направленные на создание высокореалистичных эмуляторов энергопотребления криптографический устройств [2]. Использование подобных эмуляторов в сочетании с набором статистических тестов позволяет формировать и в дальнейшем исследовать реализации на наличие каналов утечки (в том числе каналов утечки n -ого порядка для маскированных реализаций) без использования физических стендов и дорогостоящего

измерительного оборудования. В качестве примеров средств построения моделей утечек можно привести следующие программные средства: Test Vector Leakage Assessment (TVLA), ELMO [3], Silk, Rainbow и т.д.

TVLA представляет собой средство выявления утечек по побочным каналам, в основе которого лежит применение t-теста Уэлча для дифференцирования двух наборов измерений: измерений с фиксированными входными значениями и различными входными значениями. Если в ходе тестирования удастся выявить наличие зависимости между обрабатываемыми входными данными и полученными измерениями, то делается заключение о наличии канала утечки информативных данных по исследуемому побочному каналу.

Средство моделирования ELMO состоит из двух основных компонентов: эмулятор устройства (применяется измененная версия эмулятора Thumbulator) и набор алгоритмов выявления каналов утечек. При построении модели оборудования в ELMO учитываются битовые значения и изменения в битовых значениях на входах и выходах арифметико-логического устройства (ALU), а также в командах работы с памятью. Производится сравнение каждого операнда с соответствующим операндом предыдущей инструкции. Результирующее энергопотребление моделируется в виде линейной комбинации значений обрабатываемых битов или их изменений. В ELMO предусмотрена возможность моделирования 21 инструкции, чаще всегда используемой в задачах криптографии: ldr, ldrb, ldrh, str, strb, strh, lsls, lsrs, rors, muls, eors, ands, adds, adds #imm, subs, subs #imm, orrs, cmp, cmp #imm, movs and movs #imm. Все инструкции моделируются независимо и разделены на 5 отдельных групп:

- ◆ Инструкции ALU (adds, adds #imm, ands, eors, movs, movs #imm, orrs, subs, subs #imm, cmp, cmp #imm).
- ◆ Инструкции сдвига (lsls, lsrs, rors).
- ◆ Инструкции загрузки (ldr, ldrb, ldrh).
- ◆ Инструкции сохранения (str, strb, strh).
- ◆ Инструкция умножения (muls).

Данные для построения модели энергопотребления собираются после выполнения процессором последовательности из трех инструкций. Каждая построенная трасса энергопотребления преобразовывается для нахождения точки отсчета (point-of-interest), после чего применяется линейная регрессия для нахождения коэффициентов модели.

Общая модель устройства состоит из 19 основных компонентов, каждый из которых моделирует фиксированную часть архитектуры:

- ◆ Линейная комбинация изменения состояния битов между каждым операндом текущей инструкции и соответствующим операндом предыдущей и последующей инструкций.
- ◆ Линейная комбинация значений битов операндов текущей инструкции.
- ◆ Группы инструкций предыдущей и последующей инструкций.

В ELMO представлена математическая модель платы STM32F030, построенная на базе ARM Cortex-M0 (STM32F030R8T6).

Моделирование и аппаратный стенд. В работе для исследования была выбрана реализация криптографического алгоритма, опубликованная Markku-Juhani O. Saarinen на GitHub [4]. Данная реализация не использует методов оптимизации и таблицы предвычислений, полностью повторяя заданную стандартом ГОСТ Р 34.12-2015 (n=128) [5] структуру шифра.

Для моделирования трасс энергопотребления требуется задать число формируемых трасс, входные данные (открытые тексты и ключи) шифрования для формирования набора инструкций (формат .bin) и отрезок для моделирования (задается функциями starttrigger() и endtrigger()).

При использовании программы ELMO были сгенерированы 10^3 трасс энергопотребления шифра Кузнечик. Пример трассы энергопотребления (сегмент сложения с ключом, нелинейного преобразования и части линейного (одно преобразование R) приведен на рис. 1.

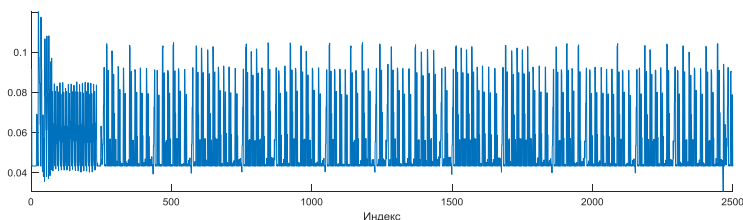


Рис. 1. Сгенерированная программой ELMO трасса энергопотребления шифра Кузнечик (сегмент сложения с ключом, нелинейного преобразования S и части линейного преобразования L (в виде одного преобразования R))

Для измерения энергопотребления при выполнении шифра на физическом устройстве был собран аппаратный стенд (рис. 2) на базе платы Arduino Nano и осциллографа RIGOL DS1054. Для обозначения исследуемого участка энергопотребления платы использовалась подача сигнала на выходной pin платы. В качестве источника питания (для минимизации возможных колебаний напряжения от внешнего устройства) использовался независимый блок питания (4 элемента, номиналом 1.5 В). Измерения проводились через шунтирующее сопротивление.

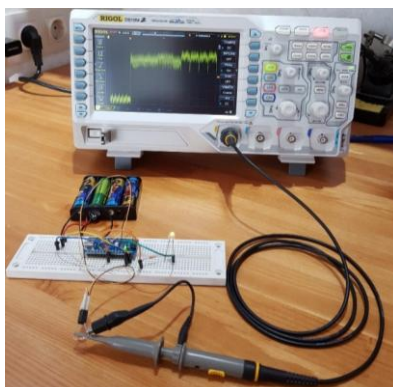


Рис. 2. Аппаратный стенд для измерения энергопотребления при выполнении криптографического алгоритма Кузнечик

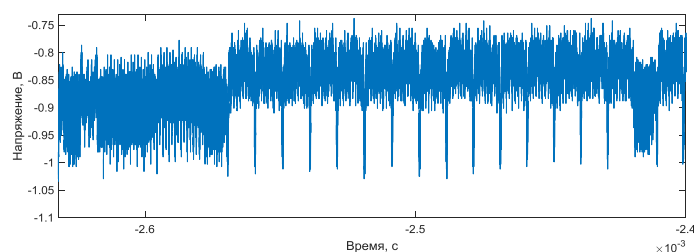


Рис. 3. Сегмент трассы энергопотребления шифра Кузнечик (сложение с ключом, нелинейное преобразование S и часть линейного преобразования L (одно преобразование R)), полученной на аппаратном стенде

В результате анализа утечек первого порядка при общем числе инструкций равном 322143 было отмечено 436 инструкций, содержащих выявляемую тестами зависимость от входной информации.

Для реализаций алгоритмов важной задачей является обеспечение защиты устройств от атак по побочным каналам, в том числе на основе анализа энергопотребления. Применяются различные подходы для минимизации утечек по побочным каналам, например, использование логических аппаратных структур, позволяющих устранять зависимости между физическими каналами утечки и защищаемыми данными, генерации шума в целях сокрытия информативного сигнала, а также изменение алгоритмов обработки данных для предотвращения определенного вида утечки. Часто на алгоритмическом уровне используется маскирование – алгоритмическая конструкция, в которой все промежуточные значения (зависящие от защищаемой информации) комбинируются со случайными значениями («масками»), в результате чего утечка небольшого набора измерений не предоставляет атакующему достаточно информации для восстановления секретного значения. Примером средства, используемого для повышения стойкости криптографических алгоритмов к атакам по побочным каналам на основе изменения программной реализации, служит проект ROSITA [6]. ROSITA (на основе проведенного анализа кода в ELMO) переписывает участки кода, в которых были выявлены утечки. Полученный измененный код повторно проходит проверку в ELMO на наличие небезопасных комбинаций инструкций. Основной подход, используемый ROSITA для устранения утечки, это затирание сохраняемого состояния с помощью случайной маски.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 19-71-00041).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ISO/IEC 17825:2016 Information technology – Security techniques – Testing methods for the mitigation of non-invasive attack classes against cryptographic modules. – URL: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:60612:en>.
2. *Veshchikov N. and Guilley S.* Use of simulators for side-channel analysis // in EuroS&P. – 2017. – P. 51-59.
3. *McCann, D. et al.* Towards Practical Tools for Side Channel Aware Software Engineering: 'Grey Box' Modelling for Instruction Leakages // USENIX Security Symposium. – 2017. – P. 199-216.
4. *Markku-Juhani O. Saarinen* «Kuznechik». – URL: <https://github.com/mjosaarinen/kuznechik> (доступ свободный).
5. ГОСТ Р 34.12–2015 «Информационная технология. Криптографическая защита информации. Блочные шифры».
6. *Shelton M.A., Samwel N., Batina L., Regazzoni F., Wagner M., Yaro Y.* Rosita: Towards Automatic Elimination of Power–Analysis Leakage in Ciphers // Cryptology ePrint Archive, Report 2019/1445. – URL: <https://eprint.iacr.org/2019/1445> (доступ свободный).

В.Д. Михайлова, М.Г. Шулика

РАЗРАБОТКА ФРЕЙМВОРКА ДЛЯ АНАЛИЗА УГРОЗ И ПОСЛЕДСТВИЙ АТАК КФС

Руководитель – доцент кафедры безопасности информационных технологий
Е.С. Басан

Южный федеральный университет, г. Таганрог

В современном обществе большую популярность получили кибер-физические системы (КФС) [1]. Они включают в себя и умных роботов, и Интернет вещей (IoT), и беспилотные летательные аппараты (БПЛА), и многие другие технологии, которые

могут быть использованы в разных сферах деятельности человека [2]. С другой стороны КФС имеет большое количество уязвимостей, которые могут быть проэксплуатированы злоумышленником. Соответственно, атаки имеют последствия, как для самих КФС, так и для сферы, в которой они используются [3].

Именно поэтому проблема обеспечения безопасности КФС является актуальной. Любая кибератака эксплуатирует наличие той или иной угрозы. Одна атака может эксплуатировать несколько угроз. После реализации атаки наступает следствие. Это может быть как выход из строя технического средства, так и угроза безопасности жизни и здоровья человека. Именно это и обуславливает актуальность исследования [4].

Цель работы – создание фреймворка для оценки угроз КФС.

Соответственно, задачами являются изучение актуальных уязвимостей и угроз для КФС, установка их взаимосвязи с атаками, которые можно провести на КФС, и выявление соответствующих последствий реализации атак на КФС.

Разработка фреймворка. Для разработки фреймворка для КФС необходимо обратить внимание на угрозы и уязвимости различных типов кибер-физических систем, будь то БПЛА или Интернет вещей. Угрозы и уязвимости, а, следовательно, и атаки для этих двух систем в большинстве своем будут совпадать. Различие будет в последствиях в зависимости от реализованных атак.

Согласно [5] угрозы безопасности классифицируются по серьезности сбоя и типу сбоя (временный или постоянный). Временные сбои часто являются внешними временными помехами, например помехами связи из-за погодных условий. Постоянные неисправности – это в основном повреждения оборудования.

Так как большинство сервисов и устройств сегодня работает с использованием беспроводной сети, соответственно, она и является целью злоумышленника. Данные, передаваемые по сети, могут быть не защищены; порты, которые рекомендуется держать закрытыми, открыты; используемый маршрутизатор имеет недостатки в безопасности. Это малая часть уязвимостей беспроводных сетей.

В данной будет описана атака SYN-flood, а также перечислены угрозы, которые приводят к выполнению этой атаки, уязвимости, спровоцировавшие угрозы, и последствия реализации атаки.

Стенд для тестирования безопасности КФС. Рабочий стенд состоит из четырех одноплатных компьютеров Raspberry Pi, каждый подключен к питанию. Микрокомпьютеры соединены между собой ad-hoc сетью. Беспроводная ad-hoc сеть – (беспроводная динамическая сеть, беспроводная самоорганизующаяся сеть) – децентрализованная беспроводная сеть, не имеющая постоянной структуры. Клиентские устройства соединяются «на лету», образуя собой сеть [6].

На рис. 1 показана схема подключения устройств, где устройство под номером 1 – сервер, устройства под номерами 2 и 3 – клиенты, а устройство под номером 4 – злоумышленник, с которого осуществляются атаки.

Реализация атаки

- ◆ запускаем устройства «Сервер», «Клиент» и «Злоумышленник»,
- ◆ запускаем программу analyzer и wireshark и ждем 10 минут, данные программы необходимы для анализа и сбора данных с устройств,
- ◆ через 10 минут запускаем атаку на любой из открытых портов жертвы, в данном случае на 22. Жертвой является устройство «Сервер», атака совершается командой `sudo netwox 76 -i 192.168.1.14 -p 22 -s raw`, также фиксируем трафик на узле злоумышленника,
- ◆ затем на жертве выполняем команду `sudo netstat -tna`, в результате появляется много соединений в состоянии `syn-recv`. Проводим атаку 10 минут, по завершению атаки ждем 5 минут.

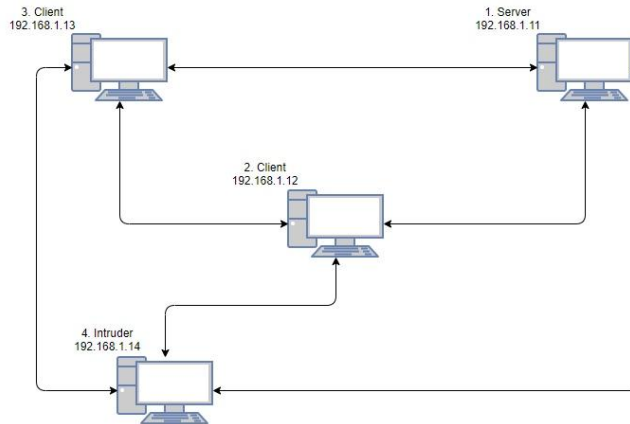


Рис. 1. Схема связи устройств

Итак, атака заключается в отправке большого количества пакетов по протоколу TCP. Рассмотрим картину входящего трафика для сервера, которая представлена на рис. 2.

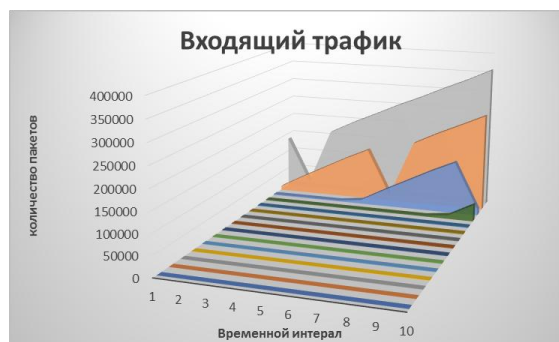


Рис. 2. Картина входящего трафика под воздействием атаки

Из рисунка видно, что увеличение настолько сильное, что первые 12 временных рядов даже кажутся нулевыми, на самом деле это не так, трафик есть, но воздействие атаки слишком сильное. Также изменилась картина исходящего сервера, видим увеличение количества пакетов (рис. 3).

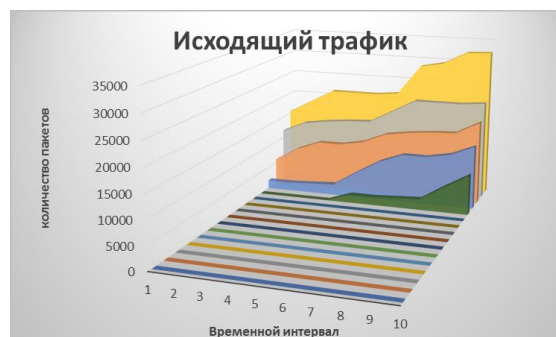


Рис. 3. Картина исходящего трафика под воздействием атаки

Анализ последствий атак

Возможными последствиями могут стать, соответственно, отказ в обслуживании, кратковременное прекращение работы системы, дестабилизация работы сети, нарушение доступности узлов сети, потеря контроля над системой [7].

Помимо атаки SYN-flood может быть реализован любой вид DoS-атаки, и не только DoS. Более подробное описание цепочек представлено в табл. 1.

Таблица 1

Цепочка оценки последствий для КФС

Набор уязвимостей	Набор угроз	Набор атак	Набор последствий
Уязвимость беспроводного канала связи	Угроза столкновения беспилотников	Атака SYN-flood	Отказ в обслуживании, Зависание ОС
	Угроза срыва миссии		Кратковременное прекращение работы системы
	Угроза потери связи с наземной станцией		Дестабилизация работы сети
	Угроза нарушения конфиденциальности		Нарушение доступности узлов сети
	Угроза нарушения работы беспилотника		Нарушение процесса выполнения миссии
	Угроза неправильного выбора механизма устранения неисправностей		Нарушение конфиденциальности
	Угроза воровства и вандализма		Самоуничтожение
	Угроза деаутентификации устройства в беспроводной ad-hoc сети		Свободный полет
	Угроза приведения системы в состояние «отказ в обслуживании»		Приземление
	Угроза обнаружения открытых портов и идентификации привязанных к ним сетевых служб		Автоматический возврат
	Угроза обнаружения хостов		Срыв миссии
			Дезориентация
			Потеря контроля над беспилотником

Заключение. Киберфизические системы находят применение во многих сферах жизни человека. Но должного внимания обеспечения безопасности этих систем мало кто уделяет. В результате получившихся пробелов безопасности злоумышленник может произвести атаку и не только вывести из строя систему, но и оказать какое-то отрицательное влияние на окружающую среду.

В результате исследования определено, что по изменениям, которые происходят в передаваемом трафике и загрузке ЦПУ можно обнаружить атаку. Причем в зависимости от сценария реализации атаки данные параметры изменяются немного по-разному. В отличие от типовых информационных системы, где процессы и потоки трафика могут быть непредсказуемы, кибер-физическая система работает по алгоритмам и даже если возникают легитимные изменения их легко дифференцировать с теми, что вызваны атакой. Таким образом, применение статистических методов анализа трафика и других параметров для детектирования атаки может быть оправданным для КФС [8].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Barrère M. et al.* CPS-MT: A Real-Time Cyber-Physical System Monitoring Tool for Security Research // 2018 IEEE 24th International Conference on Embedded and Real-Time Computing Systems and Applications (RTCSA), Hakodate, 2018. – P. 240-241. – Doi: 10.1109/RTCSA.2018.00040.
2. *Lu T., Lin J., Zhao L., Li Y. and Peng Y.* An Analysis of Cyber Physical System Security Theories // 2014 7th International Conference on Security Technology, Hainan, China, 2014. – P. 19-21. – Doi: 10.1109/SecTech.2014.12.
3. *Humayed A., Lin J., Li F. and Luo B.* Cyber-Physical Systems Security—A Survey // in IEEE Internet of Things Journal. – Dec. 2017. – Vol. 4, No. 6, – P. 1802-1831. – Doi: 10.1109/IJOT.2017.2703172.
4. *Wadsworth A., Thanoon M.I., McCurry C. and Sabatto S.Z.* Development of IIoT Monitoring and Control Security Scheme for Cyber Physical Systems // 2019 SoutheastCon, Huntsville, AL, USA, 2019. – P. 1-5. – Doi: 10.1109/SoutheastCon42311.2019.9020516.
5. *Hartmann K., Steup C.* The Vulnerability of UAVs to Cyber Attacks – An Approach to the Risk Assessment // in 5th International Conference on Cyber Conflict, 2013. – 23 p.
6. *Basan A., Basan E., Makarevich O.* Protection System for a Group of Robots Based on the Detection of Anomalous Behavior // Advances in Intelligent Systems and Computing. – 2020. 1156 AISC. – P. 187-197. – Doi: 10.1007/978-3-030-50097-9_19.
7. *Basan E.S., Basan A.S., Makarevich O.B., Babenko L.K.* Studying the impact of active network attacks on a mobile robots group // Voprosy kiberbezopasnosti. – 2019. – No. 1. – ISSN 2311-3456. – Doi:10.21681/2311-3456-2019-1-35-44.
8. *Nick Statt,* Skydio's AI-Powered Autonomous R1 Drone Follows You Around in 4K // TheVerge – URL: <https://www.theverge.com/2018/2/13/17006010/skydio-r1-autonomous-drone-4k-video-recording-ai-computer-vision-mapping> (дата обращения: 29.12.2020).

Д.А. Туманов, Е.С. Абрамов

КЛАССИФИКАЦИЯ ИНДИКАТОРОВ КОМПРОМЕТАЦИИ ПО ИНДУСТРИЯМ ДЛЯ ИХ ДАЛЬНЕЙШЕЙ АКТУАЛИЗАЦИИ

Руководитель – к.т.н., заведующий кафедрой безопасности информационных технологий Е.С. Абрамов

Южный федеральный университет, г. Таганрог

В статье приводится классификация индикаторов компрометации по индустриям и их влияние на актуализацию киберугроз в зависимости от защищаемых активов объекта информатизации с учётом отраслей промышленности, актуальных сценариев атак и релевантных типов Иос.

Индикаторы компрометации (Иос), ОТХ, индустрия, платформа для анализа киберугроз (ТИР), классификация Иос, Cyber Threat Intelligence (СТИ).

Введение. Одной из технологий раннего обнаружения новых угроз является threat hunting [1], второй, реализующей обмен и дальнейшее исследование – treat intelligence [2]. Совместно они составляют практику, получившую название Cyber Threat Intelligence (CTI). Данные технологии реализуются в рамках платформ для анализа киберугроз – т.н. Threat Intelligence Platform, TИP. Такие платформы помогают собирать, обрабатывать, передавать и хранить данные о существующих угрозах в виде индикаторов компрометации (Indicators of compromise, IoC). Формализация и передача индикаторов описывается в стандартах STIX/TAXII [3].

Индикатор компрометации – это часть аналитических, а иногда и криминалистических данных, которая указывает на потенциально вредоносную деятельность в хост-системе или сети. Индикаторы, такие как IP-адреса, домены и т.п., дают важную информацию о типе атаки и ее влиянии на систему. Аналитики и исследователи в области безопасности собирают индикаторы и используют их для исследования вредоносной деятельности, а также для поиска дополнительных показателей, которые могут быть связаны с той же угрозой.

Прежде чем выбрать сложные и дорогостоящие решения по обеспечению безопасности на основе поведения для обеспечения безопасности сети и устройств, возникает вопрос: удастся ли с их помощью обеспечить блокировку уже известных угроз [4]. TИP позволяет не только собирать и анализировать опубликованные индикаторы, но и обогащать их контекст, интегрировать в управления безопасностью, такие как SIEM или IRP-системы. Это позволяет быстрее реагировать на обнаруженные угрозы.

Выбор источников данных (feeds) для TИP также должен учитывать специфику предметной области деятельности клиента клиента. Неправильный выбор источников вызовет, как минимум, дополнительные расходы, а в наихудшем случае может привести к пропуску релевантной информации.

В статье даётся обзор того, в каких отраслях можно наиболее эффективно использовать открытые источники данных с учётом отраслей промышленности, актуальных сценариев атак и релевантных типов IoC.

Классификация индикаторов по индустриям. Человеческие возможности, необходимые для анализа со скоростью, с которой создаются данные об угрозах, недостаточны, т.к количество индикаторов может достигать 250 миллионов [5]. Появляется проблема актуализации индикаторов. Одним из способов решения может стать их классификация по индустриям. В качестве индустрий выступают различного рода отрасли промышленности, правительственные министерства, фармацевтика и т.п. [6].

Необходимо отметить, что на сегодняшний день оценка релевантности источников данных о киберугрозах для индустрий практически отсутствуют. Существуют некоторые специализированные проприетарные TИP, полностью ориентированные на индустриальный сектор АСУ TП. Отдельные IoC, попадающие в поле зрения аналитиков в связи с тем или иным инцидентом, могут вручную классифицироваться, как актуальные для отрасли, в которой произошёл инцидент..

Использовалась следующая методика поиска и анализа индустрий IoC:

1. Проанализировать базы IoC некоторых TИP (RVision, GroupIB, BisonTI, Yeti), выявить IoC, уже классифицированные аналитиками по отраслям.
2. Установить источники данных, из которых были получены такие IoC.
3. В случае отсутствия информации об источнике - найти его самостоятельно.

Было проанализировано 25 публично доступных источников данных. Один источник данных может содержать IoC для разных индустрий. В результате были выявлены активные индикаторы для следующих индустрий, список и доля которых представлены на рис. 1.

В качестве контрольных тестов с источниками индикаторов была взята платформа AlienVault OTX [7]. Она предоставляет пульсы (pulses) – отчёты об инцидентах с наборами индикаторов, имеющих разметку по индустриям. Анализировались пульсы за период с 06.2020–12.2020. Индустрии индикаторов OTX сравнивались с индустриями, полученными самостоятельно.

Кроме того, можно сделать промежуточный вывод, для какой отрасли зарегистрировано максимальное число индикаторов угроз – это индустрия финансов.



Рис. 1. Классификация источников индикаторов по индустриям

Использование классифицированных индикаторов. Схема интеграции данных об индустриях ИoS в процесс управления безопасностью представлена на рис. 2.

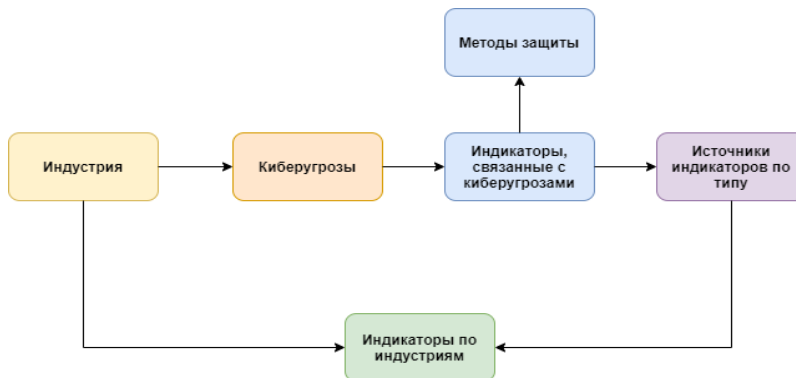


Рис. 2. Использование индикаторов компрометации

Для каждой индустрии были исследованы и поставлены в соответствие релевантные типы киберугроз, типы индикаторов компрометации и данные, являющиеся целями атак в конкретной индустрии.

Использование индустрий помогает обогащать коллекции индикаторов, описывающие отдельные инциденты, в соответствии со стандартом STIX и актуализировать их [3]. Кроме того, это позволит аналитикам сконцентрировать свое внимание на наиболее актуальных угрозах.

Заключение. Предложенная классификация по индустриям может помочь аналитикам безопасности концентрировать свое внимание на наиболее актуальных для защищаемой отрасли угрозах. В рамках дальнейшего исследования планируется

ся настроить автоматическое обогащение индикаторов по запросу от SIEM. Это позволит учитывать динамику изменения и развития киберугроз в отношении новых индустрий. При появлении инцидентов, относящихся к новым индустриям можно будет актуализировать наборы индустрий для источников данных.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Dr Akashdeep Bhardwaj, Dr Sam Goundar. A framework for effective threat hunting // Network Security. – 2019. – No. 6. – P. 15-19.*
2. Разбираемся в Threat Intelligence: платформы, сервисы, фиды. – URL: <https://rvision.pro/blog-posts/razbiraemsa-v-threat-intelligenceplatformy-servisy-feedy/>.
3. Introduction to STIX. – URL: <https://oasisopen.github.io/cti-documentation/stix/intro>.
4. Threat stop free open source analysis tools series. part 1: why use iocs? – URL: <https://blog.threatstop.com/free-open-source-ioc-analysis-tools-why-use-iocs>.
5. What is Cyber Threat Intelligence and How is it Evolving? / Wiem Tounsi // Institut Mines-Télécom. – URL: https://www.researchgate.net/publication/332648156_What_is_Cyber_Threat_Intelligence_and_How_is_it_Evolving.
6. Leveraging Threat intelligence. – URL: <https://intsights.com/resources/leveraging-threat-intelligence-a-complete-guide-to-industry-and-functional-resources>.
7. OTX User Guide | Viewing Pulse Information and Detail. – URL: <https://cybersecurity.att.com/documentation/resources/pdf/otx-user-guide.pdf>.

В.В. Лапшичѐв

РЕАЛИЗАЦИЯ АНАЛИЗА ТРАФИКА СЕТИ TOR НА БАЗЕ MIKROTIK И SURICATA

Руководитель – д.т.н., профессор кафедры безопасности информационных технологий О.Б. Макаревич

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Федеральный закон от 29.07.2017 №276-ФЗ [1] запрещает использование «программно-аппаратных средств доступа к информационным ресурсам, информационно-телекоммуникационным сетям, доступ к которым ограничен» на территории Российской Федерации. К таким средствам относится программный комплекс «Тор», при помощи которого пользователи осуществляют доступ как к открытым ресурсам сети Интернет, так и к закрытому сегменту – «Даркнету», используемому для совершения противоправной деятельности.

В рамках диссертационного исследования «Разработка и исследование методик обнаружения и идентификации использования программного комплекса «Тор» в сетях передачи данных» выявлен набор признаков данных сети «Тор» [2], используемых для законного блокирования доступа к сети Интернет программного комплекса «Тор».

В статье изложены основные принципы построения практической модели программно-аппаратного комплекса для реализации анализа трафика в целях обнаружения и идентификации данных сети «Тор» с использованием системы предотвращения вторжений (Intrusion Prevention System, IPS) на базе системы обнаружения вторжений (СОВ) (Intrusion Detection System, IDS) Suricata и роутера Mikrotik, который включает чип коммутации с функцией аппаратного зеркалирования (mirroring) данных.

Данный комплекс является готовым рабочим решением, используемым системными администраторами для защиты небольших офисных сетей (до 300 автоматических рабочих мест (АРМ)). При этом он обеспечивает гибкость настроек и использование open source программного обеспечения, а также наличие «глубокого анализа пакетов» (deep packet inspection, DPI) [3, 4].

В указанном решении используется схема подключения DPI, основанная на зеркалировании трафика, как максимально соответствующая задачам обнаружения и идентификации трафика сети «Тор». При этом, как отмечают специалисты [5], существует несколько схем включения DPI. Основными являются установка «в разрыв» (активная схема) и зеркалирование трафика (пассивная схема), представленные на рис. 1. Однако, для обнаружения признаков трафика «Тор» не требуется полный функционал DPI, поэтому выбрана схема зеркалирования.

Эта схема оптимально подходит для идентификации трафика сети «Тор», так не требуется анализ всего потока данных, а лишь известные типы пакетов или фреймов пакетов. При этом DPI применяется в отношении трафика, зашифрованного по протоколу TLSv1.3.

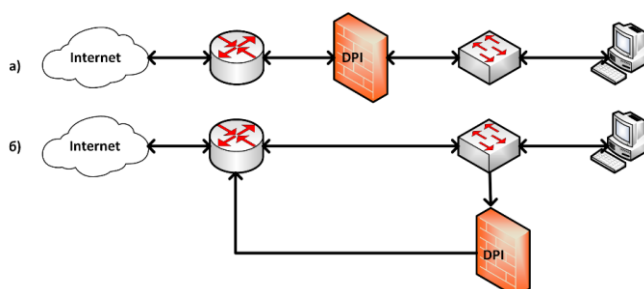


Рис. 1. Схемы включения DPI: а – «в разрыв», б – зеркалирование

Аппаратная часть практической модели представлена маршрутизатором Mikrotik RB941-2nD с чипом коммутации Atheros 8227. Программная составляющая – open-source COB Suricata. Общая схема коммутации представлена на рис. 2. При этом COB получает два канала: по одному осуществляется получение данных на анализ, по второму – передаются команды управления в соответствии с событиями (например, drop или reject).

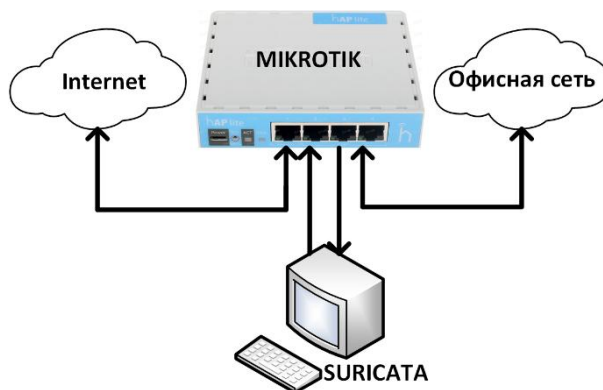


Рис. 2. Схема реализации Mikrotik+Suricata

Доступ к результатам визуализации захвата и анализа осуществляется через интерфейс ELK (Elasticsearch+Logstash+веб-интерфейс Kibana) либо при помощи комплекса SELKS [6], образ которого содержит как сам COB Suricata, так и указанные программы-интерфейсы.

Здесь следует отметить, что Suricata является усовершенствованной версией SOV Snort, правила и дополнения которой подходят и для Suricata, что позволяет использовать готовые решения.

Данная практическая модель позволяет существенно упростить анализ сетей, где предполагается наличие пользователей комплекса «Тор», так как маршрутизатор работает в режиме «моста» и не влияет на прохождение трафика. Таким образом, «мобильный» программно-аппаратный комплекс (маршрутизатор Mikrotik и ноутбук/нетбук с установленными компонентами ELK/SELKS) готов к развертыванию за период, требуемый для включения в разрыв сети между Интернетом и проверяемой сетью, а также, для запуска ноутбука и программ. В крупных сетях ожидаемо присутствует «проседание» скорости, что не позволяет длительно принимать указанное решение.

Подводя итог следует отметить, что выявление и идентификация подключения к сети «Тор» при помощи указанной практической модели преследует цели прикладного внедрения наборов признаков, выявленных ранее, с использованием минимального объема ресурсов. Существующие программно-аппаратные комплексы SOV (например, АПКШ Континент-500 в версии SOV) обладают значительными вычислительными ресурсами, но требуют отдельного внедрения шаблонов и правил, что выходит за рамки текущего исследования.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России (грант ИБ) в рамках научного проекта №23/2020

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон от 29 июля 2017 года № 276-ФЗ "О внесении изменений в Федеральный закон «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» // Российская Газета. – URL: <https://rg.ru/2017/07/30/fz276-site-dok.html> (дата обращения: 11.03.2021).
2. Лапищев В.В., Макаревич О.Б. Набор признаков установления https-соединения TLS v1.3 программным комплексом «Тор» // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2020. – № 5. – С. 150-158.
3. Поднимаем IDS/NMS: Mikrotik и Suricata с web-интерфейсом // IT-портал «Хабр». 30.11.2018. – URL: <https://habr.com/ru/post/431600/> (дата обращения: 12.03.2021).
4. Реализация IDS/IPS системы на Mikrotik + Suricata // Сайт «Микротик». – URL: <https://mikrotik-training.ru/webinar/realizatsiya-ids-ips-sistemy-na-mikrotik-suricata/> (дата обращения: 13.03.2021).
5. Схемы подключения DPI // Блог компании «VAS Experts». 17.08.2016. – URL: <https://vasexperts.ru/blog/shemy-podklyucheniya-dpi/> (дата обращения: 11.03.2021).
6. Опять про IDS или ELK для suricata // IT-портал «Хабр». 30.03.2016. – URL: <https://habr.com/ru/post/280460/> (дата обращения: 12.03.2021).

В.С. Стародубцев, С.А. Бобрышев

АНАЛИЗ ЭМОЦИОНАЛЬНОЙ ОКРАСКИ ТЕКСТА

Руководитель – к.т.н., доцент кафедры безопасности информационных технологий
Е.А. Ищуква

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Стремительное развитие информационных технологий дало возможность людям общаться, дискутировать, решать корпоративные вопросы. Удобство общения с использованием таких сервисов, как электронная почта, социальные сети,

форумы, мессенджеры привело к тому, что люди стали общаться в онлайн формате чаще, чем в реальной жизни. Однако одна из особенностей онлайн общения, а именно анонимность, со временем превратилась в существенный недостаток. Так, чувство безнаказанности у человека, желающего высказать свое мнение по поводу волнующего его вопроса, приводит к тому, что он пренебрегает моральными и этическими принципами, позволяя себе резкие, грубые, а иногда и порочащие достоинство собеседника высказывания.

Соответственно, проблема существования негативного и нежелательного текстового контента в социальных сетях и мессенджерах актуальна и требует решения. В этой работе будет рассмотрен проект, который быстро и точно выполняет задачу анализа эмоциональной окраски текста. Кроме того, разрабатываемое программное решение является встраиваемым и удобно для использования на различных платформах.

Сверточная нейронная сеть (CNN). Для реализации программного решения необходимо разработать алгоритм, который позволит определять, какую окраску несет в себе текст. Однозначно определим то, какой может быть эмоциональная окраска текста. Для этого выделим два конечных состояния этой характеристики, а именно отрицательное и положительное. С целью программного определения этих состояний было принято решение воспользоваться возможностями, которые предоставляют сверточные нейронные сети, по причине высокой эффективности последних в области автоматизированной классификации текстов.

Сверточная нейронная сеть содержит от одного до бесконечности объединенных сверточных слоев. CNN использует вариацию многослойного перцептрона. Сверточные слои используют операцию свертки для входных данных и передают их на другой слой, что позволяет сети быть «глубже», используя при этом меньшее количество параметров. (Операция свертки – математическое преобразование двух функций, результат которого выражает зависимость одной функции от другой). Архитектура сверточной нейронной сети представлена на рис. 1.

Сверточные нейронные сети показывают хорошие результаты в приложениях к картинкам и речи, также отлично подходят для классификации текстов естественных языков и их семантического разбора.

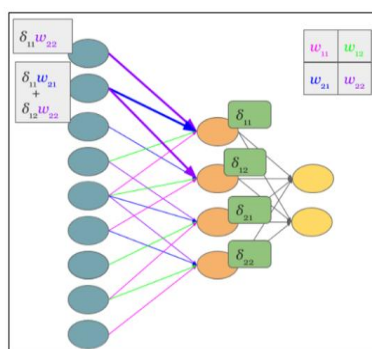


Рис. 1. Схема сверточной нейронной сети

Данные для обучения. Поскольку нейронные сети относятся к эвристическим алгоритмам, разработчик, их применяющий, должен четко определить то множество данных, на которых программное решение должно выдавать максимально корректный результат. В ходе разработки это множество было определено как объединение уникальных текстов на русском языке длиной, не более 26 слов. Иными словами, идеальный представитель обрабатываемой языковой единицы — типичный комментарий в социальной сети.

В ходе поиска оптимального решения было принято решение использовать большой размеченный набор данных текстов из соцсетей на русском языке. Этим требованиям соответствовал датасет, составленный аспирантом ИСИ СО РАН Юлией Рубцовой, который включает: [Ошибка! Источник ссылки не найден.]

- ◆ Корпус размеченных положительных твитов на 114991 записей.
- ◆ Корпус размеченных отрицательных твитов на 111923 записей.
- ◆ Корпус неразмеченных твитов на 17639674 записей.

Векторное отображение слов. Исходные данные сверточной нейросети – матрица, в которой являются векторным представлением одного слова в определенное пространство признаков (высота этой матрицы не меняется).

Для формирования embedding-слоя был использован Word2Vec. Эта утилита предназначена для перевода семантического значения слов в многомерное векторное пространство. Она находит взаимосвязи основываясь на том, что можно найти семантически похожие слова в схожих текстах.

При помощи библиотеки Gensim, был запущен процесс обучения Word2Vec-модели со следующими параметрами:

- ◆ size = 200 – атрибут, определяющий размер пространства признаков;
- ◆ window = 5 – количество слов из нужного контекста, которое должно быть проанализировано функцией;
- ◆ min_count = 3 – величина, определяющая частоту, с которой должно употребляться слово для того, чтобы модель его учитывала

Реализация сверточной нейронной сети. Для построения нейронной сети использовалась библиотека Keras. Для обучения мы пользовались документацией и блогом Keras, который достаточно подробно описывает многие тонкости реализации обучения CNN: например, определение embedding-слоя. В нашем случае он был наполнен весами связи, полученными из Word2Vec. Это показано на рис. 2.

```
tweet_input = Input(shape=(SENTENCE_LENGTH,), dtype='int32')
tweet_encoder = Embedding(NUM, DIM, input_length=SENTENCE_LENGTH,
                           weights=[embedding_matrix], trainable=False)(tweet_input)
```

Рис. 4. Заполнение Embedding-слоя

В созданной ранее системе были применены фильтры с высотой “h” = (2, 3, 4, 5), предназначенные для одновременной обработки разных n-грамм. Далее в CNN для каждой высоты фильтра было добавлено по 10 слоев свертки, функция активации – ReLU (функция возвращает x при положительном значении x и 0 – при отрицательном).

Карты признаков применяются в пулинговых слоях после обработки сверточными слоями и операцией “1-max-pooling”. Эта операция вычленяет n-граммы из текста, которые являются наиболее значимыми в данном случае. Далее, с помощью слоя объединения, признаки соединяются в единый вектор. Этот вектор подается на входы 30-ти нейронов, которые образуют полносвязный слой, являющийся скрытым. Последнее действие – это передача финальной структуры признаков на последний слой сети с функцией активации, представляющей собой сигмоид.

Чтобы не переобучить CNN, была введена функция “dropout” с определенной вероятностью выброса вершины, расположенная до полносвязного скрытого и после embedding-слоя. Это показано на рис. 3. Экспериментально было выяснено, что вероятность должна быть равна 20 %.

```

for size, filters_count in [(2, 10), (3, 10), (4, 10), (5, 10)]:
    for i in range(filters_count):
        branch = Conv1D(filters=1, kernel_size=size, padding='valid',
                        activation='relu')(x)
        branch = GlobalMaxPooling1D()(branch)
        branches.append(branch)
x = concatenate(branches, axis=1)
x = Dropout(0.2)(x)
x = Dense(30, activation='relu')(x)
x = Dense(1)(x)
output = Activation('sigmoid')(x)

```

Рис. 5. Реализация регуляризации

Конечная модель была настроена функцией оптимизации Adam (Adaptive Moment Estimation). Результаты работы оценивались по критериям, точности, макро-усредненной полноты и f-меры, как показано на рис. 4.

```

model.compile(loss='binary_crossentropy', optimizer='adam',
              metrics=[precision, recall, f1])
model.summary()

```

Рис. 6. Использование функции оптимизации Adam

На начальном этапе мы остановили работу embedding-слоя, при этом другие слои тренировались в течение 10 эпох, где:

- ◆ Количество текстов, используемых для обучения: 32.
- ◆ Процент выборки для валидации: 25 %.
- ◆ Реализация начального этапа обучения представлена на рис. 5.

```

checkpoint = ModelCheckpoint\
    ("models/cnn/cnn-frozen-embeddings-{epoch:02d}-{val_f1:.2f}.hdf5",
     monitor='val_f1', save_best_only=True,
     mode='max', period=1)
history = model.fit(x_train_seq, y_train, batch_size=32, epochs=10,
                    validation_split=0.25, callbacks=[checkpoint])

```

Рис. 5. Первый этап обучения

Потом была выбрана модель с максимальными показателями F-меры, данные для которой были получены на восьмой эпохе обучения, а также разморожен embedding-слой, после чего были запущены еще пять эпох.

Максимальное значение $F_1=77\%$ было получено на третьей эпохе обучения. Точность работы финальной версии модели на тестовых выборках составило $F_1 = 78\%$.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Автоматическое определение тональности текста (Sentiment Analysis) <https://habr.com/ru/post/263171/>. – Режим доступа: обычный (дата обращения: 20.12.2020).
2. Корпус коротких текстов на русском языке на основе постов Twitter <https://study.mokoron.com/>. Режим доступа: обычный (дата обращения: 20.03.2021).

Информационная безопасность телекоммуникационных систем

Д.В. Темрин, В.С. Яцемирская

ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАЩИЩЕННОЙ ОПТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ В ПРОЦЕССЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГРУППЫ БПЛА НА МЕСТНОСТИ

Руководитель – доцент кафедры информационной безопасности
телекоммуникационных систем Ю.В. Зачиняев

Южный федеральный университет, г. Таганрог

В статье рассматривается задача обеспечения защищенной оптической связи в процессе функционирования группы БПЛА на местности. Выбран метод помехоустойчивого кодирования и тип модуляции. Также произведено моделирование, с целью подтверждения работоспособности системы, в пакете OptiSystem.

Введение. Для решения сложных задач по спасению людей, изучению местности, применению в боевых действиях целесообразно использовать группы дронов [1, 2]. Это дает большие преимущества относительно использования одного дрона, такие как: высокая коммуникативность в группе, что позволяет сообща выполнять сложнейшие задачи, взаимозаменяемость при возникновении непредвиденных обстоятельств, а также получение больших объемов информации об окружающей обстановке.

При осуществлении данных задач необходимо обеспечение конфиденциальности передачи информации между дронами и устойчивости к подавлению, что в полной мере достигается при использовании технологии управления системой в оптическом диапазоне.

Для обеспечения более устойчивой оптической связи авторами предлагается использовать помехоустойчивое кодирование и один из типов модуляции.

1. Принцип работы системы. Принцип работы системы показан на рис. 1, и заключается в следующем. Оператор с помощью пульта управления в оптическом подает сигнал в виде лазерного луча на один из дронов в группе, после чего дрон, на который поступил сигнал, передает информацию остальным дронам через встроенные светодиоды.

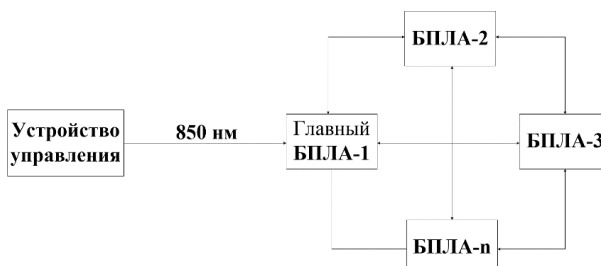


Рис. 1. Общая схема системы управления группой БПЛА

2. Выбор метода помехоустойчивого кодирования. При управлении системой БПЛА, в оптическом канале связи возникают различные ошибки, подвергающие нарушению целостности передаваемых данных. Для повышения помехоустойчивости и снижения коэффициента ошибок BER используется помехоустойчивое кодирование.

В данной системе находится применение помехоустойчивому кодированию на основе кодов БЧХ (Боуза – Чоудхури – Хоквингема) [3].

Коды БЧХ относятся к классу циклических кодов с множественной коррекцией кратных ошибок. Они предусматривают большое разнообразие длин блоков и соответствующие им скорости кодирования, тем самым превосходят своими качествами все другие блочные коды с той же длиной блока и степенью кодирования. На рис. 2 показано сравнение производительности по частоте ошибок по битам (BER) циклических кодов БЧХ и линейных кодов Хемминга с одинаковыми кодовым расстоянием и длиной кодовой комбинации при различных значениях отношения сигнал/шум (SNR) и количестве бит $N=1000$.

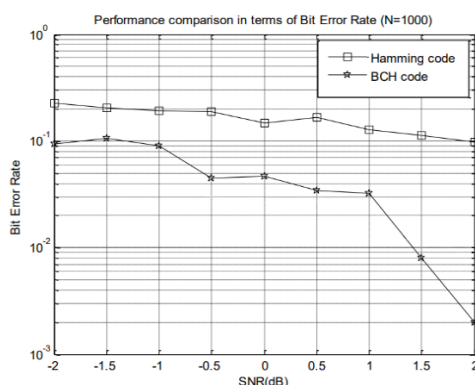


Рис. 2. Сравнение блочных кодов

При количестве бит $N=1000$ производительность кодов БЧХ лучше, чем производительность кодов Хемминга. При $SNR=0$ дБ, BER с линейным кодом Хемминга равен 0,415, а с циклическим кодом БЧХ равен 0,073.

Этот результат показывает, что производительность по BER у кодов БЧХ лучше, чем у кодов Хемминга.

3. Тип модуляции, применяемый в оптической системе связи. Способ передачи информации в видимом свете приобрел важное значение и стал альтернативой радиочастотной связи. Эта эффективная технология имеет низкое энергопотребление, высокую скорость передачи данных, а также большую пропускную способность. Для того чтобы сделать систему устойчивее к ошибкам в условиях шумов в канале и увеличить скорость передачи информации в оптических системах применяют различные типы модуляций.

Для данной системы был выбран метод модуляции с одной несущей, который называется широтно-импульсной модуляцией (ШИМ).

Широтно-импульсная модуляция (ШИМ) – это тип импульсной временной модуляции, которая допускает цифровую модуляцию аналоговых данных.

ШИМ использует прямоугольный импульс и изменяет его ширину для модулирующих, как аналоговых, так и цифровых данных.

4. Моделирование оптической системы в среде OptiSystem. Модель данной системы выглядит следующим образом.

Генератор битовой последовательности подает сигнал на генератор импульсов NRZ с битовой скоростью 1 Мбит/сек.

Для образования шумов в канале связи использовался генератор шумов Noise Source, который посредством светодиода LED производит зашумление оптического канала.

Скорость передачи информации в данной системе равна 1 Мбит/сек.

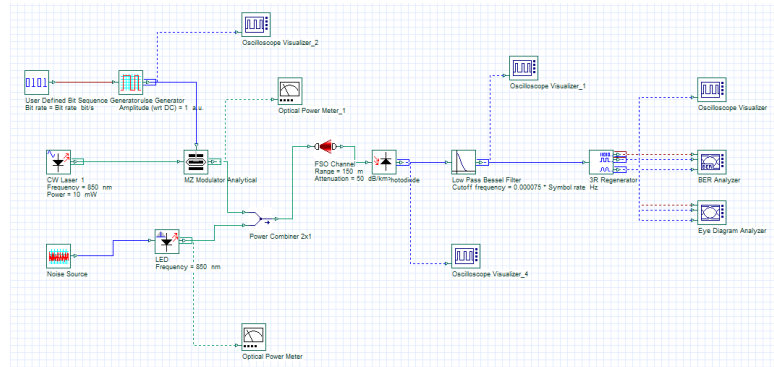


Рис. 3. Модель оптической системы

Исходный сигнал на рис. 4 представляет собой последовательность прямоугольных импульсов.

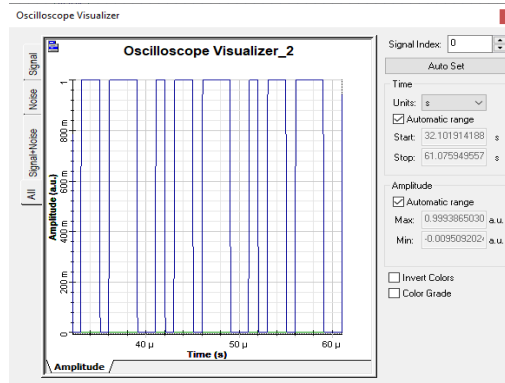


Рис. 4. Исходный сигнал

Для подтверждения работоспособности данной системы был произведен анализ зависимости частоты ошибок по битам BER от значений затухания в канале связи 50 дБ/км, при среднем значении длины оптического канала связи (100 м).

Значение частоты ошибок по битам стремится к 0, что подтверждает практически безошибочную передачу данных.

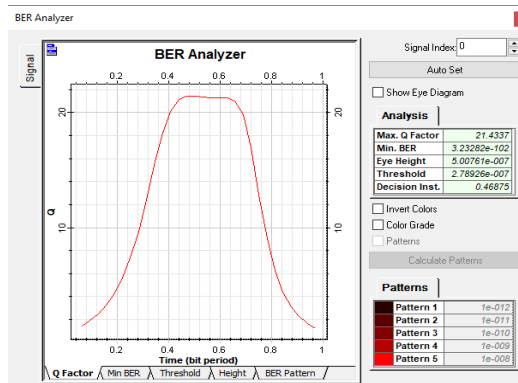


Рис. 5. BER при затухании 50 дБ/км

Глазковая диаграмма правильной формы на рис. 6 показывает, что данная система работает.

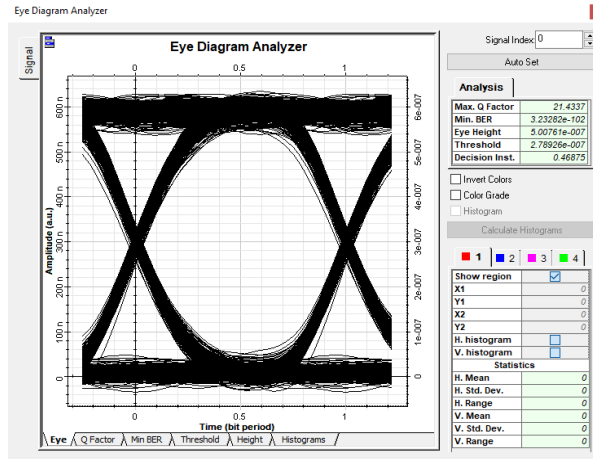


Рис. 6. Глазковая диаграмма при затухании 50 дБ/км

Заключение. При рассмотрении вопросов безопасной передачи информации по оптическому каналу связи, для обеспечения устойчивости к возникающим ошибкам были рассмотрены различные виды помехоустойчивого кодирования и на основе изученной информации был выбран подходящий метод кодирования для данной системы. Выбран тип модуляции, применяющийся в оптических системах для устранения шумов в канале и увеличения скорости передачи.

Было произведено моделирование системы с целью подтверждения ее работоспособности.

Использование групп БПЛА является довольно актуальным направлением развития для проведения мониторинга промышленных объектов, аэрофотосъемки, мониторинга чрезвычайных ситуаций.

В связи с этим, использование технологии управления системой в оптическом диапазоне является более эффективным и надежным по сравнению с радиуправлением.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Тетерюк А., Чижевский Я.* Беспилотные летательные аппараты в асимметричных конфликтах: Научная статья. – М., 2012.
2. Защита информации в АОЛС. – URL: https://studbooks.net/2338691/tehnika/zaschita_informatsii_aols (дата обращения: 06.04.2020).
3. A swarm of drones. The future of fighting. – Режим доступа: <https://en.topwar.ru/164570-roj-bespilotnikov-budushee-boevyh-dejstvij.html> (дата обращения: 20.02.20).
4. *Pandey M., Pandey V.* Comparative Performance Analysis of Block and Convolution Codes // International Journal of Computer Applications. – June 2015. – Vol. 119, No. 24.
5. *Agrell E., Romer T., Rudberg Dr.B.* Error Correcting Codes in Optical Communication Systems // A Master Thesis – January 2003.
6. *Baksheesh G., Heinz W.* Making Free-Space Optics Work // Journal Infomit 2002. – URL: <https://www.infomit.com/articles/article.aspx?p=26141&seqNum=3> (дата обращения: 05.04.2020).
7. *Zaki R.W., Fayed H.A., Aziz A.A., Aly M.H.* Outdoor Visible Light Communication in Intelligent Transportation Systems: Impact of Snow and Rain // Article – December 2019.

А.С. Зимовнов, В.Н. Столбин, К.С. Григорян

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ШИФРОВ: ACE, SPIX И SPOC

Руководитель – к.т.н., доцент кафедры информационной безопасности телекоммуникационных систем В.С. Поликарпов

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Введение. Малоресурсные блочные шифры являются одними из приоритетных направлений развития современной криптографии. Актуальность развития легковесной криптографии обуславливается её необходимостью в таких направлениях как: интернет вещей (IoT), киберфизические системы, включая системы радиочастотной идентификации (RFID), беспроводные сенсорные сети, специальные сети транспортных средств и здравоохранение. Например, в пассивной системе RFID метки собирают энергию от считывателя. Многие алгоритмы (например, AES) в такой системе являются ресурсоемкими. В связи с необходимостью внедрения подобных шифров создается большое количество новых криптографических алгоритмов. В данной статье речь пойдет о трёх алгоритмах разработанные командой лаборатории безопасности связи (ComSec).

ACE: аутентифицированный алгоритм шифрования и хэширования. ACE – это малоресурсный алгоритм, использующий AEAD-режим блочного шифрования (англ. Authenticated Encryption with Associated Data, «аутентифицированное шифрование с присоединёнными данными») и алгоритм хэширования, разработанный для достижения «универсального примитива» с использованием одной и той же аппаратной схемы. Алгоритм ACE AEAD имеет 128-битный ключ и размер тега аутентификации 128 бит, а алгоритм хэширования выводит хэш объёмом 256 бит. В основе ACE лежит облегченная криптографическая перестановка, основанная на 5-блочной обобщенной структуре Фейстеля и циклической бесключевой структуры Simeck длиной блока 64 бита. Основные операции, используемые при перестановке это побитовые операции XOR, побитовые операции AND, циклические сдвиги и перестановка с перестановкой 64-битных слов. ACE разработан, чтобы быть эффективным на широком диапазоне устройств с ограниченными ресурсами, что требует, чтобы примитив был эффективным как в аппаратном, так и в программном отношении.

ACE разработан в лаборатории ComSec Университета Ватерлоо Марком Агаардом, Риамом Альтави, Гуанг Гонгом, Каликингаром Мандалом, Рагхвендрой Рохитом.

Spix: алгоритм шифрования с проверкой подлинности в один проход. Spix – это однопроходный аутентифицированный алгоритм шифрования, разработанный Риамом Алтави, Гуанг Гонгом, Морганом Хе, Каликингаром Мандалой и Рагхвендрой Рохитом. Он поддерживает как сообщения, так и связанные данные. Алгоритм нацелен на малоресурсные системы, которые могут гарантировать уникальность шифруемого блока. На верхнем уровне Spix использует дуплексный режим работы Monkey, которая поддерживает два разных вызова для своей базовой перестановки, где каждый вызов вызывает определенное количество раундов. Шифр построен из двух хорошо известных конструкций: обобщенной структуры Фейстеля и циклической функции Симека-Саймона. Далее кратко выделяем особенности Spix:

- ◆ Дуплексный режим работы Monkey, обеспечивающий лучшую пропускную способность 81,8 Кбит/с для сообщений размером 1 КБ.

- ◆ Частичная 256-битная перестановка по принципу сети SPN, использующая аппаратно оптимизированную нелинейную функцию на интегральной специализированной схеме (ASIC 2406 GE).

◆ Занимаемая площадь интегральной схемы 2611 GE для малоресурсных устройств.

◆ Оперативное, однопроходное дешифрование на основе одноразовых ключей без инверсий.

SpoC: аутентифицированный шифр. SpoC – это аутентифицированное шифрование со связанными данными. SpoC разработан Рихамом Альтави, Гуан Гонгом, Морганом Хе, Ашвином Джа, Каликинкармом Мандалом, Мридул Нанди и Рагвендрой Рохитом. Режим работы, принятый в SpoC, обеспечивает более высокие гарантии безопасности, тем самым ослабляя ограничения на размер состояния базовой перестановки. SpoC обеспечивает 128-битную безопасность с использованием 192-битной перестановки, которая в дальнейшем строится с использованием двух наиболее эффективных и успешно криптоанализируемых конструкций, а именно, обобщенной структуры Фейстеля (GFS) типа II и циклической функции Симека-Саймона. Отличие SpoC от других подобных шифров заключается в том, что емкость маскируется блоками данных, что повышает безопасность и позволяет увеличить значение скорости при выполнении перестановки. Базовая перестановка - sLiSCP-light, эффективная как в аппаратном, так и в программном обеспечении из-за операций побитового и циклического сдвига. Самая компактная реализация SpoC ASIC имеет площадь 2329 GE в ASIC CMOS 65 нм и обеспечивает пропускную способность 58,3 кбит / с для сообщения размером 1 КБ.

Сравнительный анализ шифров. Сравнимые алгоритмы относятся к одному семейству шифров основанные на схеме Фейстеля и циклической функции Симека-Саймона, однако они имеют существенные различия в реализации и как следствие различные характеристики, сведенные в табл. 1.

Таблица 1

Характеристики алгоритмов шифрования

Алгоритм	Функционал	Параметры алгоритма			Логические элементы GE	Пропускная способность, Кбит / с
		Блок	Раунды	Ключ		
ACE	AEAD & HASH	320	64	128	4286	73,73
Spix	AEAD	256	64	128	2611	81,8
SpoC-64	AEAD	192	64	128	2329	58,3
SpoC-128	AEAD	256	128	128	3054	87.5

Рассматриваемые алгоритмы являются малоресурсными однако ACE наиболее требующий к аппаратной платформе, но он обладает преимуществом над остальными алгоритмами так как помимо шифрования он предоставляет возможность хеширования. Spix несмотря на то что не является наименее требовательным к аппаратной платформе обеспечивает наибольшую скорость передачи данных среди рассматриваемых алгоритмов. SpoC встречается двух видов с 64 и 128-раундовым исполнением. 64-раундовый SpoC требует наименьшее количество GE, но, не смотря на это у него относительно низкая скорость передачи данных в связи с маскированием емкости позволяющего повысить защищенность шифра.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Cryptography. – URL: <https://csrc.nist.gov/Projects/lightweight-cryptography/round-2-candidates> (дата обращения: 11.03.2021).
2. Жуков А.Е. Легковесная криптография // Вопросы кибербезопасности. – 2015. – № 1. – С. 26-43.

3. Spoc: an authenticated cipher. – URL: <https://uwaterloo.ca/communications-security-lab/lwc/spoc> (дата обращения: 11.03.2021).
4. Spix: a single-pass authenticated encryption algorithm. – URL: <https://uwaterloo.ca/communications-security-lab/lwc/spix> (дата обращения: 11.03.2021).
5. ACE: an authenticated encryption and hash algorithm. – URL: <https://uwaterloo.ca/communications-security-lab/lwc/ace> (дата обращения: 11.03.2021).

А.И. Плаван, И.С. Поздняк

**ВЫЯВЛЕНИЕ АНОМАЛИЙ В СЕТЕВОМ ТРАФИКЕ ПО КРИТЕРИЮ
СРЕДНЕКВАДРАТИЧЕСКОЙ ОШИБКИ ФИЛЬТРАЦИИ ЛИНЕЙНОГО
ПРЕОБРАЗОВАНИЯ**

Руководитель – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой информационной безопасности В.Г. Карташевский

*Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики,
г. Самара*

В работе описывается идея применения линейного фильтра с известной импульсной характеристикой для обработки сетевого трафика с целью выявления аномального поведения. При выборе импульсной характеристики фильтра необходимо учитывать статистические свойства трафика, который считается нормальным. Тогда можно получить “эталонное” значение среднеквадратической ошибки оценки процесса на выходе линейной системы, если на входе действует “нормальный” трафик.

Сетевой трафик, фильтрация, среднеквадратическая ошибка, оценка, линейное преобразование, корреляция, корреляционная функция.

Введение. В настоящее время особенно актуальны средства защиты информационной безопасности и мониторинга, позволяющие быстро реагировать на ранее неизвестные угрозы информационной безопасности. К таким средствам относятся, например, системы обнаружения и предотвращения вторжений на основе аномального поведения.

Сетевой трафик по своей сути является случайным процессом [2], что позволяет применять стандартные средства математической статистики и теории стохастических процессов.

В качестве случайных событий можно принять моменты поступления пакетов на вход обрабатывающего устройства. Время обработки каждого пакета также будет случайной величиной [2]. На рис. 1 представлен поток случайных событий, где X – моменты поступления пакетов на вход сетевого устройства, Y – моменты начала и завершения обработки пакетов.

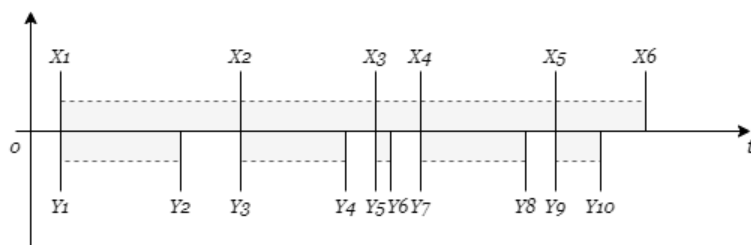


Рис. 1. Случайный поток событий

Агрегируя события в определенном временном масштабе, можно перейти к временным рядам, для анализа которых также существует множество методов [1]. Важно использовать такие методы, которые применимы к самоподобным случайным процессам, так как в некоторых случаях использование стандартных статистических параметров, таких как математическое ожидание и дисперсия, для таких процессов нецелесообразно [2, с. 60].

Оценка линейного преобразования. Будем считать, что на входе линейного фильтра действует случайный процесс $x(t)$, который является суммой случайного процесса, представляющего нормальный трафик $\xi(t)$ и случайного процесса $\eta(t)$, представляющего аномальный трафик (1).

$$x(t) = \xi(t) + \eta(t). \quad (1)$$

При использовании линейного преобразования вида (2), оценку $\chi(t)$ по реализации $x(t)$ можно трактовать как оценку, оптимальную по критерию минимума среднего квадрата ошибки процесса на выходе системы с заданной импульсной характеристикой, когда на ее входе действует процесс $\xi(t)$ [7].

$$\chi(t) = \int_{-\infty}^{\infty} g(t, \tau) \xi(\tau) d\tau, \quad (2)$$

где $g(t, \tau)$ – импульсная характеристика системы.

Минимальное значение среднего квадрата ошибки при этом равно (3) или для стационарного процесса при условии, что характеристика фильтра не меняется со временем (4).

$$\epsilon_{min}^2 = B_x(t, t) - \int_0^T g(t, t - \tau) B_{x\chi}(t - \tau, t) d\tau \quad (3)$$

$$\epsilon_{min}^2 = B_x(0) - \int_0^T g(\tau) B_{x\chi}(\tau) d\tau, \quad (4)$$

где $B_x(t_1, t_2)$ – корреляционная функция процесса на выходе системы, $B_{x\chi}(t_1, t_2)$ – взаимная корреляционная функция процессов на входе и выходе системы.

Согласно [7], $B_{x\chi}(\tau)$ для линейно-преобразованного процесса, вид линейного преобразования которого соответствует (2), определяется как (5).

$$B_{x\chi}(\tau) = \int_0^T g(u) B_x(\tau - u) du, \quad (5)$$

где $B_x(\tau)$ – корреляционная функция процесса на входе системы.

Подставляя это значение в формулу (4), получим выражение для минимального значения среднего квадрата ошибки линейно-преобразованного процесса (6). Если предположить, что случайные процессы $\xi(t)$ и $\eta(t)$ независимы, то их взаимная корреляция равна нулю, и второе слагаемое под интегралом можно исключить (7).

$$\epsilon_{min}^2 = B_{\chi}(0) - \iint_{00}^{TT} g(u)g(v)[B_{\xi}(u-v) + B_{\eta\xi}(u-v)] dudv \quad (6)$$

$$\epsilon_{min}^2 = B_{\chi}(0) - \iint_{00}^{TT} g(u)g(v)B_{\xi}(u-v) dudv, \quad (7)$$

где $B_{\chi}(\tau)$ – корреляционная функция процесса на выходе системы, $B_{\xi}(\tau)$ – корреляционная функция процесса на входе системы, $B_{\eta\xi}(\tau)$ – взаимная корреляционная функция нормального и аномального процессов на входе системы.

$B_{\chi}(0)$ определяется по результатам измерения процесса на выходе фильтра.

Выбор импульсной характеристики фильтра. Выбор импульсной характеристики фильтра должен производиться с учетом предполагаемых статистических свойств нормального трафика, так чтобы изменение характеристик случайного процесса на входе приводило к изменению значения среднего квадрата ошибки фильтрации. Одним из таких показателей, является корреляционная функция.

Если предполагать статистические свойства нормального трафика известными (т.е. если известна его корреляционная функция), в качестве импульсной характеристики можно выбрать корреляционную функцию нормального трафика. Тогда выражение (7) примет вид (8):

$$\epsilon_{min}^2 = B_{\chi}(0) - \iint_{00}^{TT} B_{\xi}(u)B_{\xi}(v)B_{\xi}(u-v) dudv. \quad (8)$$

Пусть на вход системы поступает только нормальный трафик. Тогда $B_{\chi}(\tau)$ для стационарного процесса будет определяться как (9) [6, с. 188]. В данном случае среднеквадратическая ошибка фильтрации будет равна нулю (10).

$$B_{\chi}(0) = \iint_{00}^{TT} B_{\xi}(u)B_{\xi}(v)B_{\xi}(u-v) dudv \quad (9)$$

$$\epsilon_{min}^2 = \iint_{00}^{TT} B_{\xi}(u)B_{\xi}(v)B_{\xi}(u-v) dudv - \iint_{00}^{TT} B_{\xi}(u)B_{\xi}(v)B_{\xi}(u-v) dudv = 0. \quad (10)$$

Если же на входе системы действует случайный процесс в виде смеси нормального и аномального трафика, то среднеквадратическая ошибка фильтрации будет отлична от нуля. В реальной жизни статистические свойства аномального трафика, скорее всего, будут неизвестны и значение $B_{\chi}(0)$ должно определяться экспериментально.

Во многих работах показано, что сетевой трафик обладает свойством самоподобия, например [1, 4, 5]. Корреляционная функция трафика, обладающего таким свойством, может иметь следующий вид (рис. 2):

$$B_{\xi}(\tau) = \sigma_{\xi}^2 \exp\left(-\sqrt{\frac{|\tau|}{\tau_0}}\right) \quad (11)$$

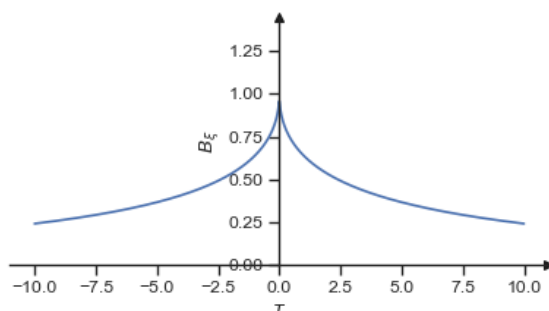


Рис. 2. Функция корреляции самоподобного трафика

Предположим, что функция корреляции нетипичного трафика известна, причем он не коррелирован с нормальным трафиком. Пусть аномальный поток представляет собой последовательность пакетов случайной длины со случайными интервалами между ними [3]. Функция корреляции такого трафика представлена на рисунке 3. Среднеквадратическая ошибка будет равна (13).

$$B_{\eta}(\tau) = \sigma_{\eta}^2(\tau_0 - |\tau|) \quad (12)$$

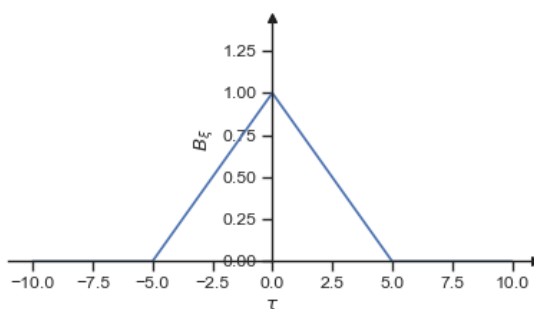


Рис. 3. Функция корреляции случайного трафика

$$\begin{aligned} \epsilon_{min}^2 = & \iint_{00}^{TT} B_{\xi}(u)B_{\xi}(v)[B_{\xi}(u-v) + B_{\eta}(u-v)] dudv - \\ & - \iint_{00}^{TT} B_{\xi}(u)B_{\xi}(v)B_{\xi}(u-v) dudv. \end{aligned} \quad (13)$$

Разница между эталонным и полученным значением среднеквадратической ошибки может быть вычислена как (14).

$$\Delta\epsilon_{min}^2 = \iint_{00}^{TT} B_{\xi}(u)B_{\xi}(v)B_{\eta}(u-v) dudv. \quad (14)$$

Формула (14) справедлива только в том случае, если достоверно известно, что подозрительный трафик некоррелирован с нормальным, а также известна его функция корреляции.

Заключение. В данной работе показан вариант применения линейного преобразования случайного процесса, соответствующего трафику на входе системы, с целью определения наличия аномальной составляющей. На основе оценки линей-

но-преобразованного процесса на выходе фильтра можно определить значение среднеквадратической ошибки фильтрации, которое затем сравнивается с эталонным значением. Отклонение от него может говорить о наличии аномальной составляющей в трафике. Для применения данного критерия необходимо знать статистические свойства предполагаемого нормального трафика и иметь возможность вычислить корреляционную функцию выходной последовательности.

В дальнейшем планируется провести моделирование процесса обработки потока событий с помощью описанного выше фильтра для различных видов трафика, чтобы определить возможность реального применения на практике. Большой интерес представляет применение описанного метода в том случае, если и нормальный, и аномальный трафик обладают схожими статистическими характеристиками или оба являются самоподобными.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Газизов Д.И. Обзор методов статистического анализа временных рядов и проблемы, возникающие при анализе нестационарных временных рядов // Научный журнал. – 2016. – № 3 (4). – С. 9-14.
2. Карташевский В.Г. Основы теории массового обслуживания – М.: Горячая линия-Телеком, 2013. – 130 с.
3. Карташевский В.Г., Поздняк И.С. Фильтрация наблюдаемого трафика как способ обнаружения вторжений // Вестник УрФО. – 2019. – № 17-22.
4. Киреева Н.В., Буранова М.А. Исследование самоподобного трафика в мультисервисной сети / Т-Сотм-Телекоммуникации и Транспорт. – 2013. – № 88-89.
5. Киреева Н.В., Буранова М.А. Исследование самоподобного трафика с использованием пакета FRACTAN // Т-Сотм-Телекоммуникации и Транспорт. – 2012. – № 5. – С. 50-52.
6. Левин Б.Р. Теоретические основы статистической радиотехники. Т. 1. – М.: Советское радио, 1968. – 504 с.
7. Левин Б.Р. Теоретические основы статистической радиотехники. Т. 2. – М.: Радио и связь, 1989. – 656 с.

Р.С. Зорин, Д.С. Ростенко, Н. Ба Хун

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРУКТУРИРОВАННОЙ КАБЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ В ЗДАНИИ

Руководитель – к.т.н., доцент кафедры информационной безопасности
телекоммуникационных систем А.П. Пленкин

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Введение. На сегодняшний день, учитывая развитие и рост современных технологий, повсеместно осуществляется телефонная сеть, прокладывается электропроводка, компьютерная сеть, системы пожарной и охранной сигнализации, а также кабельное телевидение, требуется грамотная организация и хорошо структурированная система, на которой будут базироваться все элементы кабельной системы-все это уже давно реализовано с использованием структурированной кабельной системы. Благодаря простоте управления, благодаря стандартизации, документированию и структурированию, а также возможности снижения затрат за счет надежности СКС идеально подходит для работы.

Структурированная кабельная сеть, оснащена различными активными и пассивными коммутационными элементами, позволяющими объединять рабочие станции с оборудованием в единую систему. Конструкция такой сети характеризуется тем, что все рабочие места предприятия будут оборудованы розетками для

подключения их к компьютеру, независимо от того, требуется это или нет. Это подразумевает, что структурированная кабельная система построена с резервированием, для того чтобы в дальнейшем желание подключить новое устройство осуществлялось методом повторного переключения проложенных кабелей. Структурная кабельная система спланирована и построена иерархически, с основными и многочисленными ответами от нее [2].

Иерархия СКС представлена на рис. 1.

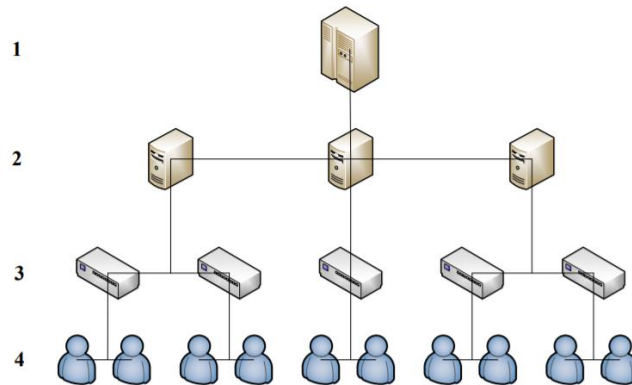


Рис. 1. Иерархия СКС

Уровень (1) является системой кампуса, которая существует в пределах одной территории с несколькими зданиями.

Уровень (2) является вертикальной подсистемой, которая существует в пределах одного конкретного здания.

Уровень (3) является горизонтальной подсистемой, которая существует в пределах одного конкретного этажа.

Уровень (4) показывает места распределения пользователей. [3]

Архитектура структурированной кабельной системы делится на подсистемы:

- ◆ горизонтальная – это подсистема, где все расположено и построено на одном этаже;
- ◆ вертикальная – это подсистема, соединяющая несколько этажей;
- ◆ подсистема кампуса – это подсистема, расположенная между несколькими зданиями, расположенными на одной территории и соединенная с главным помещением, где находится оборудование.

Использование СКС позволяет спроектировать и построить стационарную компьютерную и телефонную связь, избежать дальнейших монтажных работ в следующих случаях:

- ◆ при увеличении количества рабочих мест на предприятии;
- ◆ при создании телефонных и компьютерных сетей, к которым будет подключено соответствующее оборудование;
- ◆ при изменении набора сетевых данных. [2]

Проектирование защищенной СКС с использованием современных способов защиты информации. Наиболее современным методом защиты информации является защита информации с использованием системы квантового распределения ключа (СКРК). Данная система стремительно развивается в последние годы. На базе Инженерно-технологической академии Южного федерального университета силами кафедры информационной безопасности телекоммуникационных систем (ИБТСК) была спроектирована и построена система СКРК.

Устройство предназначено для формирования оптических импульсов, приема и обработки закодированных квантовых состояний. В состав первого устройства входят: источник излучения, оптический циркулятор, два фотоприемных модуля, оптический делитель, линия задержки, фазовый модулятор, поляризационный светоделитель и волоконный световод, сохраняющий поляризацию и связывающий все перечисленные блоки [5].

На рис. 2 представлена схема оптической части устройства Боб.



Рис. 2. Схема оптической части устройства Боб

Устройство предназначено для кодирования бит ключей в фазовых состояниях импульсов. В состав второго устройства входят: оптический делитель, два перестраиваемых оптических аттенюатора, приемный модуль, линия задержки, фазовый модулятор, зеркало Фарадея и волоконный световод, связывающий все перечисленные блоки.

На рис. 3 изображена оптическая часть схемы устройства Алиса.



Рис. 3. Схема оптической части устройства Алиса

Для формирования ключей применяется покадровая стратегия функционирования. Источником излучения формируется последовательность из k оптических импульсов, которые проходят через все блоки системы Боб и Алиса, отражаются на зеркале Фарадея и следуют обратно к детекторам устройства Боб. Кол-во импульсов k задается оператором системы и может принимать значения от 0 до 1000. Кадром называется интервал времени от начала излучения первого из k импульсов, до момента регистрации на одном из приемных модулей Боб последнего из k импульсов. Покадровая стратегия и наличие длинной линии задержки в Алиса позволяет снизить процент ложных срабатываний приемных модулей Боб вследствие эффекта Релеевского обратного рассеяния света, соответственно снизить частоту квантовых ошибок (QBER) и повысить скорость формирования ключей (R_{raw}) [6].

Вывод. СКС позволяет интегрировать вычислительные, телефонные и другие сети связи, а также все элементы системы пожарной и охранной сигнализации в единое кабельное пространство, которое экономит значительные средства при переносе рабочих мест. Чтобы изменить конфигурацию СКС, системному администратору достаточно переключить кабель на коммутационной панели с одного разъема на другой.

Данные модели могут широко применяться в учебном процессе и при постановке экспериментов, что целесообразно в связи очень высокой стоимостью оборудования и риском его повреждения в ходе экспериментов.

Полученные результаты могут быть применены для поиска новых способов несанкционированного съема информации с квантовых каналов и создания устройств их реализующих.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Ефанов В.И.* Электрические и волоконно-оптические линии связи: учеб. пособие. – Томск: ТУСУР, 2012. – 150 с.
2. *Осетров Д.Г., Хатьков Н.Д.* Проектирование структурированной кабельной сети: руководство к компьютерной лабораторной работе. – Томск: ТУСУР, 2011. – 30 с.
3. *Семёнов А.Б.* Проектирование и расчёт структурированных кабельных систем и их компонентов. – М.: ДМК Пресс; М.: Компания АйТи, 2010. – 416+16 с.
4. *Stucki D., Gisin N., Guinnard O., Ribordy G. and Zbinden H.* Quantum key distribution over 67 km with a plug&play system .. *New Journal of Physics.* – 2002. 4. 41.1–41.8.
5. *Muller A, Herzog T, Huttner B, Tittel W, Zbinden H and Gisin N.* Plug&play systems for quantum cryptography *Appl. Phys. Lett.* – 1997. 70 793–5.

Махмуд Хуссейн Ахмед Махмуд

СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ С МУЛЬТИПЛЕКСИРОВАНИЕМ ОПТИЧЕСКИХ ПОДНЕСУЩИХ, ИСПОЛЬЗУЮЩЕЙ ФОРМАТ МОДУЛЯЦИИ QPSK

Руководитель – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой информационной безопасности телекоммуникационных систем К.Е. Румянцев

Южный федеральный университет, г. Таганрог

РЕЗЮМЕ. В этой статье мы предлагаем схему и теоретический анализ для системы передачи с мультиплексированием поднесущих с использованием формата модуляции QPSK. Три радиоканала мультиплексированы на частотах 20 ГГц, 30 ГГц и 40 ГГц соответственно, эти радиоканалы объединяются в оптический модулятор станка с двойным приводом и модулируются лазерным сигналом 1550 нм (несущей) с мощностью 10 дБм и шириной линии 10 МГц. Имитационный анализ оптической системы передачи на базе optisystem версии-10.

Теоретический анализ

1. Модуляция QPSK:

Система модуляции QPSK преобразует цифровую информацию в изменения фазы несущей. Двоичная информация транспортируется в двух ортогональных измерениях, по одному двоичному биту в каждом измерении на каждый цикл модуляции. Поскольку два измерения ортогональны, информация не мешает друг другу, даже если они занимают один и тот же спектр. отображение двоичных битов на фазу несущей может быть выполнено несколькими способами. Например, мы можем отобразить информацию [00, 01, 10, 1 1] в фазу несущей $\pi / 4$, $3\pi / 4$, $5\pi / 4$, $7\pi / 4$. общая конструкция системы модуляции QPSK показана на рис. 1 [1].

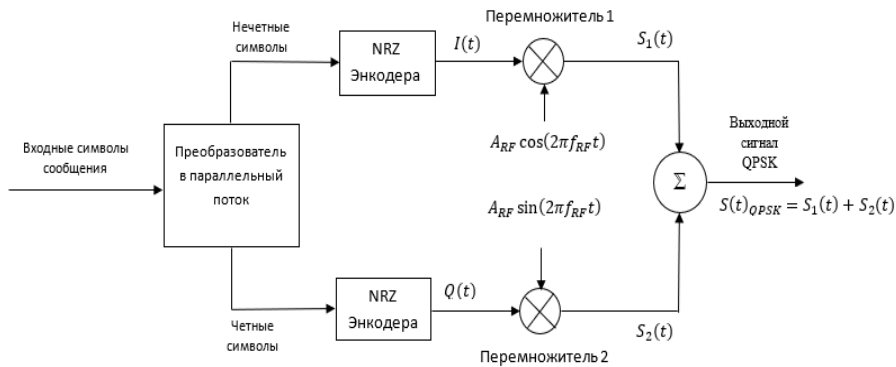


Рис. 1. Структурная схема модулятора QPSK

Математически мы выражаем форму сигнала QPSK как [2]:

$$S_i(t) = \sqrt{\frac{2E_s}{T_s}} \cos \left[2\pi f_c t + \frac{\pi(1 + 2m)}{4} \right] ; m = 1,2,3,4. \quad (1)$$

После этого, раскрывая (1), получаем:

$$S_{qpsk}(t) = \sqrt{\frac{2E_s}{T_s}} \left[\cos \left(\frac{\pi(1 + 2m)}{4} \right) \cos(2\pi f_c t) - \sin \left(\frac{\pi(1 + 2m)}{4} \right) \sin(2\pi f_c t) \right]. \quad (2)$$

Синфазная и квадратурная составляющие сигналов QPSK:

$$S_{I_{qpsk}}(t) = \sqrt{\frac{2E_s}{T_s}} \left[\cos \left(\frac{\pi(1 + 2m)}{4} \right) \right]. \quad (3)$$

$$S_{Q_{qpsk}}(t) = \sqrt{\frac{2E_s}{T_s}} \left[\sin \left(\frac{\pi(1 + 2m)}{4} \right) \right]. \quad (4)$$

2. Двухпортовый Модулятор Маха-Зендера (ДПММЦ)

Модулятор Маха-Цендера предпочтительно использовать в качестве внешнего модулятора из-за многих преимуществ, таких как его показатель преломления, который изменяется линейно с приложенным напряжением, и его стабильность при нормальных рабочих температурах электроники. Электрический радиосигнал QPSK, как указано в уравнении (10), разделен на две ветви синфазной и квадратурной составляющих через делитель на 3 дБ [3].

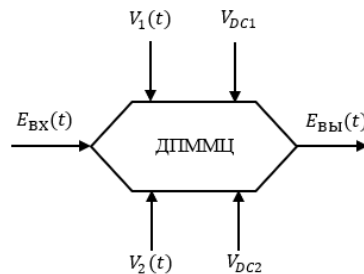


Рис. 2. Схема модуляции на основе ДПММЦ

$$E_{\text{вы}}(t) = \frac{E_{\text{вх}}(t)}{2} [exp^{j\Delta\varphi_1(t)} + exp^{j\Delta\varphi_2(t)}]. \quad (5)$$

где

$$E_{\text{вх}}(t) = \sqrt{2P} exp^{j[w_c(t)]}. \quad (6)$$

где P – оптической мощности сигнала и w_c – циклическая частота,

$\Delta\varphi_1(t)$ и $\Delta\varphi_2(t)$ – фазовые сдвиги в первом и втором портах модулятора, Фазовые сдвиги определяются воздействием модулирующих сигналов и заданными рабочими точками на склоне модуляционной характеристики ДПММЦ:

$$\Delta\varphi_i(t) = \frac{\pi V_i(t)}{V_\pi}, \quad i = 1, 2. \quad (7)$$

где V_π – полуволновое напряжение, а i определяет номер порта модулятора.

Подставив уравнения (6) и (7) в уравнение (5) получим следующее выражение:

$$E_{\text{вы}}(t) = \sqrt{2P} \left[exp^{j\frac{\pi}{2V_\pi}(V_1(t)+V_2(t))} \cdot \cos\left[\frac{\pi}{2V_\pi}(V_1(t) - V_2(t))\right] \right] \cdot exp^{j[w_c(t)]}. \quad (8)$$

Предполагая, что ДПММЦ имеет двухдвигательное устройство для двухдвигательных напряжений, что $(V_1(t) = V_2(t))$ и таким образом, мы можем записать функцию (8) в виде

$$E_{\text{вы}}(t) = \sqrt{2P} \left[exp^{j\frac{\pi}{V_\pi}(V(t))} \right] \cdot exp^{j[w_c(t)]}. \quad (9)$$

Входное модулирующее напряжение $V(t)$ включает как составляющую напряжения постоянного тока V_{DC} , так и N поднесущих с независимым фазовым кодированием, имеющими амплитуду V_{RFi} и начальную фазу ϕ_{RFi} , и его можно выразить как

$$V(t) = V_{DC} + \sum_{i=1}^N V_{RFi} \cos(w_{RFi}t + \phi_{RFi}). \quad (10)$$

После выполнения фазовой модуляции соответствующий сигнал имеет вид [4]

$$E_{\text{вы}}(t) = \sqrt{2P} \left[e^{j\Psi_1} e^{j\sum_{i=1}^N m_i \cos(w_{RFi}t + \phi_{RFi})} \right] \cdot exp^{j[w_c(t)]}. \quad (11)$$

где Ψ_1 представляет собой нормированное (к квадратурному напряжению V_π) напряжение смещения, которое определяется выражением

$$\Psi_1 = \frac{\pi \cdot V_{DC1}}{V_\pi}. \quad (12)$$

Кроме того, мы определяем индекс модуляции (предполагаемый равным для всех поднесущих) как

$$m_1 = \frac{\pi \cdot V_{RF1}}{V_\pi}. \quad (13)$$

Наш следующий шаг – предположить, что индексы модуляции отдельных поднесущих будут достаточно низкими, поэтому мы можем аппроксимировать экспоненциальную функцию полиномом первого порядка следующим образом:

$$\begin{aligned} E_{\text{вы}}(t) &= \sqrt{2P} [je^{j\Psi_1} (1 + \sum_{i=1}^N m_i \cos(w_{RFi}t + \phi_{RFi}))] \cdot exp^{j[w_c(t)]} = \\ &= \sqrt{2P} \left[\frac{je^{j\Psi_1}}{2} \sum_{i=1}^N m_i (e^{j(w_{RFi}t + \phi_{RFi})} + e^{-j(w_{RFi}t + \phi_{RFi})}) \right] \cdot exp^{j[w_c(t)]}. \quad (14) \end{aligned}$$

Установка моделирования. Рис. 3 иллюстрирует предлагаемую установку, используемую в системе мультиплексированной передачи оптических поднесущих [5], в электрическом поле данные генерируются из источника (генератора) двоичных данных в виде псевдослучайной последовательности (PRBS) со скоростью 10 Гбит/с. Модулятор QPSK реализован, как показано на рис. 1. Выходной сигнал с модуляцией QPSK устанавливается в радиодиапазоне (в этой системе предложены три сигнала, подаваемые на 20 ГГц, 30 ГГц и 40 ГГц). Затем эти QPSK-радиосигналы модулируются лазерным сигналом (несущей) с оптической мощностью 10 мВт и длиной волны 1550 нм с помощью модулятора Маха-Цендера с двойным приводом.

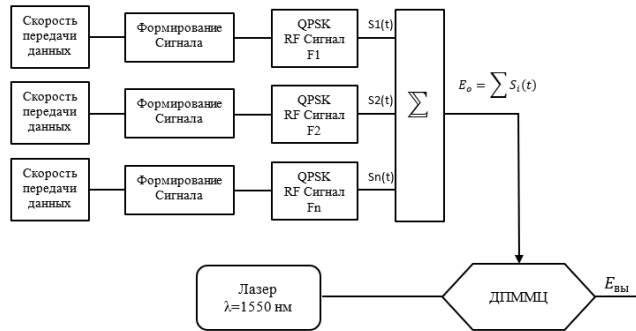


Рис. 3. Структура системы передачи

Результаты. На рис. 4,а,б,в. показан анализ спектра мощности каждого радиоканала QPSK на частотах 20, 30 и 40 ГГц соответственно. На рис. 4,г. показан анализ спектра мощности радиосистемы с мультиплексированием поднесущих. На рис. 4,д. показан анализ спектра мощности лазерного светового сигнала (несущей) на длине волны 1550 нм. На рис. 4,е. показан анализ спектра выходной мощности системы оптической передачи.

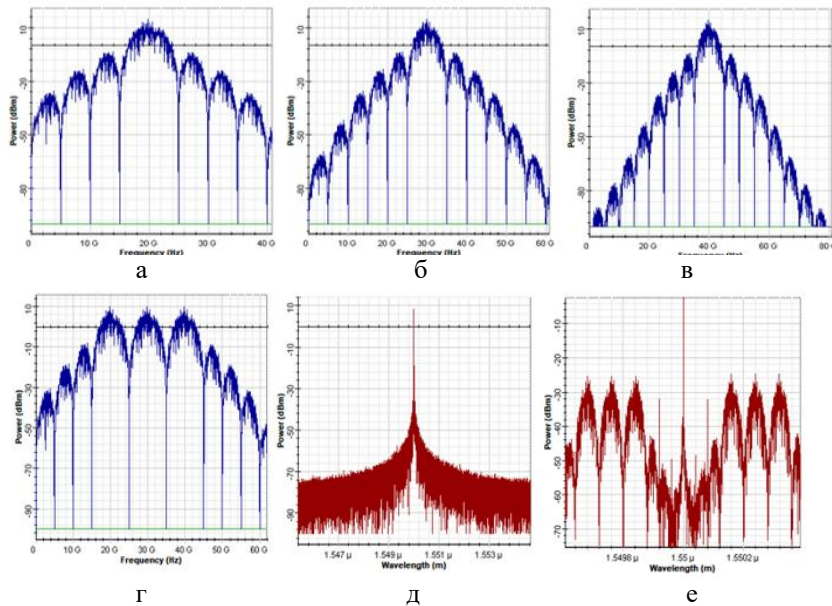


Рис. 4. а – QPSK 20ГГц, б – QPSK 30ГГц, в – QPSK 40ГГц, г – каналы поднесущей, д – 1550 нм несущей, е – спектр оптического сигнала

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Maiti and Bidinger*. Introduction to CDMA wireless communications. – 1981. – Vol. 53, No. 9.
2. *Mathuranathan V*. Simulation of Digital Communication Systems Using Matlab. Kindle, 2016. – 258 p. [Online]. – Available: <https://www.barnesandnoble.com/w/simulation-of-digital-communication-systems-using-matlab-mathuranathan-viswanathan/1114676053?type=eBook>.
3. *Kumar S. and Deen M.J.* Fiber optic communications: Fundamentals and applications // Fiber Optic Communications: Fundamentals and Applications. – 2014. – Vol. 9780470518. – P. 1-553. – Doi: 10.1002/9781118684207.
4. *Signal D.S., Ortigosa-blanch A., Ruiz-alba A., Amaya W., and Mart A.* Analysis of Subcarrier Multiplexed Quantum Key // IEEE J. Sel. Top. Quantum Electron. – 2009. – Vol. 15, No. 6. – P. 1607-1621.
5. *Mahmood H.A. and Rumyantsev K.Y.* Effect of FBG Compensated Dispersion on SCM/ASK Radio over Fiber System // Proc. - 2019 12th Int. Congr. Image Signal Process. Biomed. Eng. Informatics, CISP-BMEI 2019. – 2019. – P. 3-7. – Doi: 10.1109/CISP-BMEI48845.2019.8966032.

Д.Л. Ву

**АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ СРЕДНЕГО
БИЗНЕСА**

Руководитель – к.т.н., доцент кафедры информационной безопасности
телекоммуникационных систем С.В. Поликарпов

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Сетевая безопасность включает в себя все компоненты вашей бизнес-сети и меры, которые компания принимает для защиты своих цифровых, физических и человеческих активов от кибератак. «Цифровые активы» включают данные, программы, компьютеры, серверы, сетевое оборудование и сотрудников. Он также включает положения, сделанные в базовой компьютерной сетевой инфраструктуре, политики, принятые сетевым администратором для защиты сети и ресурсов, доступных в сети, от несанкционированного доступа.

В статье рассматриваются важные меры безопасности, связанные с различными сценариями сети, так что полностью обеспечена сетевая среда может быть создана в организации. Автор также обсудил тематическое исследование, чтобы проиллюстрировать минимальный набор мер, необходимых для обеспечения сетевой безопасности в любой организации.

Классификация сетевых атак. Все атаки можно разделить на два класса: пассивные и активные.

Пассивная атака: Пассивные нарушения защиты (пассивные атаки) носят характер перехвата, или мониторинга передаваемых данных. Пассивные нарушения можно условно разделить на две группы [1]:

- ◆ раскрытие содержимого сообщения: атаки на конфиденциальность, такие как подслушивание, "man-in-the middle" атака;

- ◆ анализ потока данных: атаки на конфиденциальность или анонимность, можно включать прослеживание в сети, излучение ЭЛТ.

Активные атаки: эти атаки связаны либо с изменением потока данных, либо с созданием фальшивых потоков и могут быть разделены на четыре группы: имитация, воспроизведение, модификация сообщений и помехи в обслуживании.

- ◆ прерывание: доступность атак, таких как атаки типа отказ в обслуживании (DDoS);

- ◆ модификация: целостность атак;

- ◆ фабрика: атакует подлинность.

Атаки тоже можно классифицировать по-другому:

- ◆ атаки на конечные точки – получение несанкционированного доступа к пользовательским устройствам, серверам или другим конечным точкам, как правило, их компрометация путем заражения вредоносным ПО;
- ◆ атаки вредоносного ПО – заражение ИТ-ресурсов вредоносным ПО, позволяющее злоумышленникам взломать системы, украсть данные и нанести ущерб. К ним также относятся атаки программ-вымогателей;
- ◆ уязвимости, эксплойты и атаки - использование уязвимостей в программном обеспечении, используемом в организации, для получения несанкционированного доступа, взлома или саботажа систем;
- ◆ продвинутые постоянные угрозы – это сложные многоуровневые угрозы, которые включают сетевые атаки, а также другие типы атак.

Недавние исследования безопасности показывают, что у большинства компаний есть незащищенные данные и неэффективные методы защиты информации, что делает их уязвимыми для потери данных. Чтобы успешно бороться со злонамеренными намерениями, компании должны ознакомиться с кибербезопасности, ее предотвращение и передовые методы безопасности частью своей культуры.

Согласно Cybint, 95% нарушений кибербезопасности вызваны человеческими ошибками внутри вашей организации, а не за ее пределами [2]. Большинство нарушений и раскрытия данных происходят из-за человеческой ошибки или иногда преднамеренного неправомерного поведения. На самом деле, сотрудники довольно часто угрожают своей организации из-за скуки, злости или фишингового мошенничества со стороны хакеров. Однако большинство атак вызвано просто человеческой ошибкой. Наиболее распространенным примером является загрузка вредоносного файла, который выпускает вредоносное ПО во внутреннюю сеть, что может привести к утечке частных и конфиденциальных документов компании. Без повышения осведомленности и обеспечения более глубокого понимания передовой практики посредством киберграмотности любой инструмент смягчения угроз или брандмауэр становится бесполезным. Угрозы исходят от вашего собственного народа.

Кроме того, по данным Risk Based, в первой половине 2020 года утечки данных выявили 36 миллиардов записей [3].

Методы защиты компьютерных сетей. В настоящее время обеспечение безопасности организации является большой проблемой. Используя технологии, мы должны навязывать политику безопасности людям и процессам. Идеальным решением проблем внутренней безопасности является не только обычный продукт безопасности, но и он должен отражать угрозы (например, черви), разделять сеть, защищать настольный компьютер, сервер и центр обработки данных. Угрозы больше не сосредоточены на сетевом уровне; прикладной уровень - это новый мир для хакеров. Решения для защиты от атак должны защищать сеть, сервисы и приложения; обеспечить безопасное офисное соединение, безопасный удаленный доступ сотрудников, отказоустойчивую доступность сети и контролируемый доступ в интернет.

В частности, можно сделать следующее:

- ◆ Используйте надежные пароли и регулярно меняйте их.
- ◆ Используйте надежные пароли для беспроводных подключений.
- ◆ Используйте брандмауэры и прокси или VPN, чтобы заблокировать нежелательный доступ извне.
- ◆ Используйте антивирусное программное обеспечение и пакет программного обеспечения для обеспечения безопасности в Интернете.
- ◆ Анализировать сетевой трафик и отслеживать необычный трафик в сети.
- ◆ Резервное копирование важных данных и сохранение на отдельном сервере.
- ◆ Установите политики безопасности и обучите персонал.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Introduction to Network security. – Режим доступа: URL: http://www.cs.cornell.edu/courses/cs519/2003sp/slides/15_securitybasics.pdf (дата обращения: 11.03.2021).
2. Alarming Cyber Security Facts and Stats. – Режим доступа: URL: <https://www.cybintsolutions.com/cyber-security-facts-stats> (дата обращения: 12.03.2021).
3. 2020 Q3 Report Data Breach QuickView. – Режим доступа: URL: <https://pages.riskbasedsecurity.com/hubfs/Reports/2020/2020%20Q3%20Data%20Breach%20QuickView%20Report.pdf> (дата обращения: 12.03.2021).

М.Б. Гострый

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ
ВЕРОЯТНОСТИ ПРАВИЛЬНОГО ОБНАРУЖЕНИЯ ЗАКЛАДНОГО
УСТРОЙСТВА ЗА СЧЁТ КОНТРОЛЯ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ ГАРМОНИК
ИЗЛУЧАТЕЛЯ**

Руководитель – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой информационной безопасности телекоммуникационных систем К.Е. Румянцев

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Такое понятие как эффект нелинейного рассеивателя [1, 2] электромагнитных волн впервые обнаружено в 40-х годах XX века. Проводя исследования было замечено, что при попадании в электромагнитное поле антенн передатчиков совмещающихся частот металлических конструкций в спектре ответного сигнала (далее – ОС) возникают дополнительные спектральные компоненты, которых не было в спектре первоначального облучающего запросного сигнала (далее – ЗС). В связи с этим, некоторые объекты обладают свойством формирования ОС с более богатым спектром, чем спектр ЗС. Данные вторичные спектральные составляющие ОС формируются на частотах, соответствующих частотам нелинейного преобразования ЗС [6]. Если ЗС гармонический ОС содержит не только спектральные компоненты на частоте ЗС, но и соответственно компоненты на частотах его гармоник, а в случае многочастотного ЗС – еще и компоненты на частотах комбинационных нелинейных продуктов. Нелинейное преобразование ЗС происходит на различных сосредоточенных нелинейностях.

Можно считать, что пассивный нелинейный радиопередатчик облучается ЗС, и в результате протекания различных процессов в пассивном радиопередатчике в пространство переизлучается ОС, отличающийся по спектру от ЗС [6]. Условно пассивные передатчики можно разделить на три группы: управляемые пассивные передатчики, нелинейные передатчики и параметрические передатчики.

Управляемые пассивные передатчики представляют собой простейшую антенну, у которой комплексное электрическое сопротивление нагрузки изменяется по определенному закону. Как правило, вход антенны либо размыкается, либо закорачивается. В результате ОС отличается от ЗС тем, что имеет амплитудную модуляцию [3, 4]. Такой ОС может быть выделен при приеме методами выделения слабой амплитудной модуляции. Модуляция ответного сигнала может быть фазовая, в частности в [5] предложен управляемый пассивный рассеиватель переизлучающий фазово-манипулированный сигнал.

Для нелинейных передатчиков ОС появляется в результате искажения формы тока, наведенного в нагрузке ЗС. В результате нелинейные передатчики переизлучают в пространство ОС, содержащий продукты нелинейного преобразования ЗС, в частности, гармоники [6].

У параметрических передатчиков нелинейное преобразование ЗС происходит в случае, когда выполняются условия параметрической генерации, а ЗС выступает сигналом накачки (СН), а непосредственно нагрузкой является параметрический генератор. У параметрических передатчиков в спектре ОС присутствуют спектральные компоненты, связанные с указанной параметрической генерацией, в частности, субгармоники.

В пассивных нелинейных радиопередатчиках (ПНР) происходит преобразование энергии ЗС в энергию ОС на другой частоте. Данный процесс носит нелинейный характер, поэтому в общем случае для ПНР не выполняются принципы взаимности и суперпозиции, которые лежат в основе теории линейных отражателей. Это не позволяет воспользоваться методами и характеристиками, разработанными для описания свойств линейных отражателей [3].

Обнаружение и поиск ПНР необходимо производить по прямым и косвенным признакам, присущим тем или иным элементам. К прямым признакам можно отнести наличие в различных конструкциях элементов зданий и мебельных гарнитуров полупроводниковых и металлических элементов. Косвенными признаками ПНР в стене или иной твердой среде – наличие в них пустоты.

С учетом, что любое радиоэлектронное устройство содержит полупроводниковые элементы, то одним из наиболее информативным признаком является появление различных нелинейных элементов в местах, в которых их быть не должно, такими местами являются стены, мебель, картины, подвесные потолки и др. Для обнаружения полупроводникового элемента используются нелинейные свойства его вольт-амперной характеристики (далее – ВАХ), т.е. зависимость тока, протекающего по р-п-переходу полупроводника, от величины подводимого к нему напряжения. Вихревые электрические токи через р-п-переходы полупроводников возникают при облучении проводника электромагнитным полем [8]. Поле создает антенна передатчика нелинейного локатора, излучающего непрерывные гармонические или импульсные сигналы на частоте f , составляющие для разных локаторов доли и единицы ГГц (400–1000 МГц) [8]. В силу нелинейности полупроводника токи в нем имеют форму, отличную от гармонического колебания, и могут быть разложены в ряд Фурье. Вихревые токи создают вторичное электромагнитное поле, содержащее кроме электромагнитной волны на основной частоте f также волны с частотой $2f$, $3f$ и других частотах спектра вторичного сигнала.

На практике достоверность обнаружения ПНР снижается в связи с тем, что нелинейными свойствами обладают не только полупроводниковые элементы, но и места контактов металлических предметов и конструкций помещения и здания: ржавой арматуры железобетонных стен, гвоздей и болтов мебели, даже скрепок для бумаги.

Поэтому для обнаружения полупроводников приходится учитывать различия в мощности сигналов на частотах $2f$ и $3f$, отраженных от полупроводников и окисленных металлических конструкций и предметов. Эти различия обусловлены разной формой нелинейных ВАХ полупроводниковых и других элементов, что приводит к различиям амплитуд гармоник спектров отраженных сигналов. Для настоящих полупроводников уровень второй гармоники в среднем на 20 дБ превышает уровень 3-й гармоники, для ложных – соотношения противоположны. Но эти отличия не столь существенны для формального однозначного принятия решения о наличии в рассматриваемой области полупроводника, а не иного элемента с нелинейной ВАХ.

Для повышения достоверности обнаружения полупроводниковых элементов используется нестабильность ВАХ «ложных» полупроводников при механическом воздействии по ним. Это связано с тем, что при ударе нарушается контакт между

металлическими поверхностями или разрушается пленка оксида, кроме того, при облучении работающего закладного устройства переотраженный им сигнал модулируется по амплитуде первичным информационным сигналом [8].

Метод поиска по гармоникам поиска является вариантом известного метода поиска сигналов на частотах гармоник. Периодическая последовательность цифровых сигналов образует в радиоэфире ряд гармоник. Все сигналы при этом кратны $1/t_i$ и $1/T$, где t_i – длительность импульса тестового сигнала, T – период следования тестового сигнала [7].

Данный метод применяется при ручном исследовании для сокращения времени работы. Недостатком ручного метода поиска сигналов по гармоникам можно является то, что оператору изначально не известна точная частота сигнала первой гармоники, которая у каждого исследуемого технического средства своя. Из-за этого, после настройки на ориентировочную частоту очередной гармоники приходится искать сигнал в окрестностях данной частоты. Каждый сигнал имеет оптимальные для приема полосы пропускания, они зависят от полосы занимаемых частот сигналом и уровня шума. При ручном исследовании искать сигнал и его оптимальные условия приема достаточно сложно, так как это занимает довольно много времени.

Компенсируется указанный недостаток следующим образом: первоначально очень точно определяется частота первой гармоники затем, частота каждой последующей гармоники прогнозируется, а не ищется вручную. После настройки на найденную частоту происходит поиск оптимальных условий приема (максимум сигнала), и частота первой гармоники уточняется по частоте найденного сигнала.

В методе поиска по гармоникам широко используется свойство пикового детектора [7]: с уменьшением полосы пропускания уровень шума уменьшается пропорционально корню квадратному из уменьшения полосы пропускания, а уровень сигнала остается постоянным, поэтому искать сигналы рекомендуется при той минимальной полосе пропускания, когда флуктуация сигнала из-за нестабильности генератора не превышает используемую полосу пропускания, обычно, это полосы пропускания в 1,3, 10 кГц. Использование таких полос пропускания при измерении панорамы всей электромагнитной обстановки с включенным и выключенным тестом приводит к резкому увеличению времени работы, из-за того, что уменьшается полоса обзора и увеличивается время измерения. Поэтому в методе поиска по гармоникам используется следующий алгоритм работы. Панорамы электромагнитной обстановки измеряются при использовании широких полос пропускания (10–100 кГц). Находится любой информативный сигнал ПЭМИН и по нему максимально точно определяется частота первой гармоники. После определения частоты первой гармоники производится сканирование частот всех гармоник с более узкой полосой пропускания с периодической подстройкой частоты первой гармоники по уточненной частоте более высших гармоник. Данный метод позволяет использовать максимальную чувствительность измерительного прибора и очень точно настраиваться на прогнозируемую частоту следующей гармоники.

Метод поиска закладного устройства по гармоникам является недостаточно точным для полноценного исследования технического средства, так как не учитывает возможность наличия сигналов на частотах не кратных частоте первой гармоники (например сигналов паразитной генерации), но достаточным для точного определения наличия закладного устройства на исследуемом объекте.

В связи с вышесказанным актуальным является исследование, направленное на модернизацию алгоритма обнаружения утечки речевой информации в помещении для увеличения вероятности правильного обнаружения закладного устройства за счёт контроля высокочастотных гармоник излучателя.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Fastman A., Horle L.* Generation of Spurious Signals by nonlinearity of the transmission path // Proceedings of the IRE. – 1940. – Vol. 28. – P. 438.
2. *Blake K.W.* External cross-modulation in the 100 Mc/s band // Journal of the IEE. – 1947. – Vol. 94. – Part III A. – P. 659-662.
3. *Кобак В.О.* Радиолокационные отражатели. – М.: Сов.радио, 1975. – 348 с.
4. *Лукин А.Н., Степанов Г.В., Проскураков В.Б.* Экспериментальные исследования свойств управляемого пассивного рассеивателя // Вестник Воронежского института ФСИН России. – 2011. – № 1. – С. 5-12.
5. *Нефедов С.И., Шустиков В.Ю., Слукин Г.П., Батурин А.С., Кузнецов А.А., Крючков И.В.* Параметрический эталонный отражатель // Патент Российской Федерации №2277741 по заявке 2004137843 от 24.12.2004, опубликовано 10.06.2006.
6. *Бабанов Н.Ю., Ларцов С.В.* Необходимые характеристики для описания пространственных свойств простых нелинейных рассеивателей // Радиотехника. – 2009. – № 5. – С. 34-39.
7. Закрытое акционерное общество научно-производственный центр Фирма «Нэлк». Программно-аппаратный комплекс поиска побочных электромагнитных излучений и наводок «Навигатор». Описание применения. – С. 11-17.
8. Методы обнаружения закладных подслушивающих устройств – URL: <https://www.delphiplus.org/inzhenerno-tekhnicheskaya-zashchita-informatsii/metody-obnaruzheniya-zakladnykh-podslushivayushchikh-ustroystv.html> (доступ свободный).

Д.А. Цыцорин

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ КВАНТОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ

Руководитель – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой информационной безопасности телекоммуникационных систем К.Е. Румянцев

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Квантовые технологии выполняют важную роль в вопросах национальной безопасности, являясь основой для реализации защищённых телекоммуникационных систем нового поколения. Рассмотрены основные направления развития квантовых коммуникаций. Раскрыты перспективы развития атмосферных и спутниковых систем квантового распределения ключа.

Квантовые коммуникации, квантовое распределение ключей.

The report will discuss the main directions of the development of quantum technologies, namely: quantum computing and quantum communications. Quantum technologies play an important role in national security issues, as well as in such strategically important industries as information technology and medicine. The report will reveal the directions of development of atmospheric and satellite systems of quantum key distribution.

Quantum communications, quantum key distribution.

Для получения в среднесрочной и долгосрочной перспективе практически значимых результатов мирового уровня в квантовой коммуникации в России разработана дорожная карта развития квантовых технологий. Развитие квантовых технологий полностью соответствует стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, стратегии развития информационного общества Российской Федерации, вытекающим из Указа Президента РФ от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года».

Квантовые технологии выполняют значимую роль в вопросах национальной безопасности, в стратегически важных отраслях и направлениях цифровой экономики. Одним из основных направлений является развитие квантовых коммуникаций, что связано с возможностью доступа к конфиденциальной информации, используя возможности квантового компьютера.

Квантовые коммуникации. Технологии, направленные на устранение угрозы информационной безопасности, в том числе со стороны квантовых компьютеров, включают использование свойств квантовой криптографии для распределения ключа между легитимными пользователями. Главное преимущество квантового распределения ключей (КРК) – защищённость сообщений, гарантированная физическими законами.

Квантовые технологии планируется применять для защиты национальных информационно-телекоммуникационных сетей, обеспечения защиты информации для финансового сектора, государственных органов, крупных технологических компаний и держателей критической информационной инфраструктуры.

Существенные научно-технические и технологические заделы в квантовых технологиях имеются в России. Функционируют подразделения, которые демонстрируют прототипы новых технических решений и проводят испытания в новых условиях.

Атмосферные и спутниковые системы КРК. Интенсивные работы проводятся по созданию атмосферных и спутниковых систем КРК в России, США, Великобритании и Китае. Действительно, создание глобальной телекоммуникационной сети невообразимо с использованием волоконно-оптической линии связи. На сегодняшний день возможности коммерческих волоконно-оптических систем КРК оцениваются в сотни километров. При этом, из-за затухания в оптическом волокне, через каждые 100 км необходимо устанавливать секретные промежуточные пункты, что существенно повышает вероятность несанкционированного доступа. Спутниковые системы КРК на современном этапе развития технологии являются единственным направлением для преодоления этого недостатка.

Группа учёных национальной лаборатории из Лос-Аламоса [3–7] занимается разработками спутниковых систем КРК, используя оптическое излучение с длиной волны в 770 нм, соответствующее минимальному поглощению излучения молекулами атмосферы. Сигнал с большей длиной волны также слабо поглощается, но более подвержен турбулентности, которая вызывает изменение локального показателя преломления воздушной среды и, ввиду этого, изменение поляризации фотонов.

В 2002 г. сообщалось о квантовом распределении ключей через воздушную среду на расстоянии 10 км [7]. Здесь секретные данные передавались ночью со скоростью 113273 бит/час. Однако днём из-за высокой мощности фонового излучения скорость передачи снижалась до 45576 бит/час.

Китай проявил успехи в развитии конфиденциальной связи с использованием квантового распределения ключей. Используя спутник Micius, работающий с 2016 года, можно распределить квантовый ключ между двумя наземными станциями, расположенными на расстоянии более 1000 км друг от друга.

Применение спутника Micius позволило продемонстрировать квантовое распределение ключей с использованием принципа квантовой запутанности.

Спутник Micius, генерирующий запутанные пары фотонов с длиной волны 810 нм, обеспечивает передачу почти 6 миллионов пар в секунду. Спутник вращается вокруг Земли по гелиосинхронной орбите и появляется в поле зрения обеих принимающих станций ежедневно около 2 часов ночи по пекинскому времени. Приемные станции отфильтровывают оптическое излучение, оставляя

только его в рамках эксперимента. Системы наземного базирования способны отслеживать спутник с точностью до 0,4 мкрад. Синхронизация времени достигается с помощью лазерного маяка, установленного на спутнике. Точность синхронизации составляет 770 пс.

Учёным при создании атмосферных и спутниковых систем КРК приходится решать сопутствующие задачи. Спутник, наряду с фотонами, несущими сообщение, может принимать и фотоны фонового излучения, исходящего как от Солнца, так и отражённого Землей или Луной [8]. Поэтому применяется оптический приёмник со сверхузкой направленностью оптической антенной, а также светофильтр для приёма фотонов только определённой длины волны. Кроме того, для ослабления влияния турбулентности атмосферы фотоприёмник чувствителен к приёму фотонов в течение всего 5 нс периодически с интервалом в 1 мкс. С этой целью работа фотоприёмника синхронизирована с оптическим передатчиком.

В системе КРК работа ключевых элементов – лазера, модуляторов и однофотонных фотодетекторов (SPD) – должна синхронизироваться. Это достигается путём отправки сигналов синхронизации между двумя станциями системы КРК по каналу синхронизации в обоих направлениях или по одному. Модуляторы и фотодетекторы синхронизируются с ожидаемыми временами поступления фотонов, излучаемых лазером. Стробирование максимизирует безопасность системы, сводя к минимуму способность злоумышленника вычислить состояние модуляторов. Если бы злоумышленник знал бы состояние модулятора Алисы, то он мог бы вывести значение импульсов обмена (кубитов) и, таким образом, знать информацию об обмене ключами. Синхронизация однофотонных детекторов также уменьшает количество ложных срабатываний, например, из-за темнового шума [10].

Для эффективной работы атмосферных систем КРК необходима разработка нового алгоритма синхронизации станций, поскольку существующие методы синхронизации требуют значительных временных затрат на процесс обнаружения синхроимпульса. Это определяет актуальность исследований, направленных на разработку и модернизацию алгоритма синхронизации, позволяющего сократить время синхронизации станций в составе атмосферной системы КРК при сохранении повышенной защищённости от несанкционированного доступа.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дорожная карта «Квантовые коммуникации».
2. Указа Президента РФ от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года».
3. Румянцев К.Е. Системы квантового распределения ключа: монография. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2011. – 264 с.
4. Hyposwiss Private Bank encrypts critical links during move to new data center & headquarters // ID Quantique. – 2011.
5. Buttler W., Hughes R., Kwiat P., Lamoreaux S., Luther G., Morgan G., Nordholt J., Peterson C., Simmons C. Practical free-space quantum key distribution over 1 km // Physical Review Letters. – 1998. – Vol. 81. – P. 3283-3286.
6. Buttler W., Hughes R., Lamoreaux S., Morgan G., Nordholt J., Peterson C. Daylight quantum key distribution over 1.6 km // Physical Review Letters. – 2000. – Vol. 84. – P. 5652-5655.
7. Hughes R., Buttler W., Kwiat P., Lamoreaux S., Morgan G., Nordholt J., Peterson C. Free-space quantum key distribution in daylight // Journal of Modern Optics. – 2000. – Vol. 47. – P. 549-562.
8. Hughes R.J., Buttler W.T., Kwiat P.G., Lamoreaux S.K., Mookgarn G.L., Nordholt J.E., Peterson C.G. Quantum cryptography for secure satellite communications // Proceedings of IEEE Aerospace Conference. – 2000. – Vol. 1. – P. 191-200.
9. Hughes R.J., Nordholt J.E., Derkacs D., Peterson G. Practical free-space quantum key distribution over 10 km in daylight and at night // New Journal of Physics. – 2002. – 4:43.
10. United States patent № US 7,436,961 B2, 14.10.2008. Sentinel synchronization method for enhancing QKD security.

А.Н. Боброва, Р.Р. Партоян, А.А. Голуков

**АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ АКТИВНОЙ
ЗАЩИТЫ ОТ УТЕЧКИ АКУСТИЧЕСКОЙ И ВИБРАЦИОННОЙ
ИНФОРМАЦИИ**

Руководитель – к.т.н., профессор кафедры организации и технологии защиты информации Жук А.П.

Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь

Под аттестацией объектов информатизации понимается комплекс организационно-технических мероприятий, в результате которых посредством специального документа «Аттестата соответствия» подтверждается, что объект соответствует требованиям стандартов иных нормативно-технических документов по безопасности информации, утвержденных федеральным органом по сертификации и аттестации в пределах его компетенции [1].

Чаще всего в качестве выделенного помещения выступает отдельное помещение, состоящее из одной комнаты, в которой располагаются основные и вспомогательные технические средства. При аттестации типового выделенного помещения вполне вероятными являются случаи, когда уровни полезного акустического и вибрационного сигнала в процессе обследования окажутся достаточными для съема микрофонными датчиками и датчиками контактного типа средств речевой разведки. Также вполне возможны случаи, когда коэффициенты звукоизоляции ограждающих конструкций (окон, дверей, стен, пола, потолка) выделенного помещения в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 250, 500, 1000, 2000, 4000 Гц окажутся ниже нормативных значений. Одним из эффективных способов закрытия подобных каналов утечки акустического и вибрационного сигнала является использование средств активной защиты акустической информации.

Для защиты от утечки акустической и вибрационной информации в выделенных помещениях в качестве средств активной защиты широко используются устройства постановки помех. Постановщики помех различного вида и диапазона являются эффективными средствами для защиты переговоров от прослушивания, а также для глушения радиомикрофонов и зашумления проводных линий [2].

Целью статьи является анализ основных технических характеристик наиболее распространенных средств активной защиты от утечки акустической и вибрационной информации и разработка рекомендаций по их использованию при типовых исходных данных.

Наиболее распространенными являются постановщики помех акустического диапазона [2–4]. Это относительно простые и недорогие устройства, которые создают пространственное зашумление в основном спектре звуковых частот, что обеспечивает маскировку разговоров и снижает эффективность систем прослушивания. Наибольшую эффективность дают устройства, виброакустические преобразователи которых устанавливаются по периметру всего помещения, в том числе на пол, потолок, стены, вентиляционные отверстия и т.д.

Для принятия решения по использованию конкретного типа оборудования постановки помех акустического диапазона, в первую очередь оказывает влияние вопрос его сертификации. Если рассматриваемое оборудование имеет сертификат соответствия Федеральной службы по техническому и экспортному контролю по требованиям информационной безопасности, то его можно рассматривать для решения обозначенной задачи. Если же у рассматриваемого оборудования постановки помех акустического диапазона просрочен или отсутствует данный сертификат, то его использование возможно только после испытания в испытательных центрах (лабораториях) по сертификации продукции по требованиям безопасности инфор-

мации. Однако данная процедура требует дополнительного времени и значительного количества финансовых затрат на проведение, поэтому проводится, как правило, в исключительных случаях [5].

Во вторую очередь необходимо выяснить насколько рассматриваемое оборудование удовлетворяет по техническим характеристикам, а также удобству монтажа и использования. Данная информация, как правило, содержится в технической документации на оборудование постановки помех акустического диапазона, предоставляемой его производителем.

Третьим немаловажным этапом выбора средства активной защиты полезного акустического и вибрационного сигнала является его цена.

Анализ источников показывает, что наиболее распространенными являются активные средства акустической и виброакустической защиты SEL SP-157 «Шагрень», «Соната АВ-4Б», «Камертон-5» и «Кабинет - С2» [6-8]. Проведем анализ наиболее распространенных систем акустической и виброакустической защиты речевой информации на предмет возможности их использования в выделенном помещении, состоящем из одной комнаты.

Для указанных средств акустической и виброакустической защиты SEL SP-157 «Шагрень», «Соната АВ-4Б», «Камертон-5» и «Кабинет - С2» сводные характеристики представлены в таблице.

Анализ таблицы показывает, что более широкие возможности по количеству перекрываемых технических каналов утечки информации имеет средство защиты речевой информации SEL SP-157 «Шагрень». Остальные проанализированные средства примерно одинаковы по своим техническим возможностям, при этом наименьшую стоимость базового блока имеет средство защиты «Соната АВ-4Б». Поэтому с учетом всех остальных равных условий предпочтение можно отдать данному средству по показателю цена базового блока.

Однако следует иметь в виду, что стоимость базового блока не является однозначным ориентиром в выборе средств активной защиты от утечки акустической и вибрационной информации.

Таблица

Сводные характеристики современных средств активной защиты от утечки акустической и вибрационной информации

№ п/п	Наименование средства защиты	Назначение средства защиты	Цена базового блока, руб.
	SEL SP-157 «Шагрень»	Средство защиты речевой информации в помещениях от её утечки по техническим каналам: акустическому, вибрационному и лазерному путём создания маскирующих акустических помех в смежных воздушных пространствах и маскирующих вибрационных помех в ограждающих конструкциях и инженерно-технических коммуникациях	29500
	«Соната АВ-4Б»	Комплекс виброакустической защиты помещения	22800
	«Камертон-5»	Средство защиты акустической речевой информации от утечки по акустическому и вибрационному каналам	29500
	«Кабинет - С2»	Средство предотвращения утечки информации из защищаемых помещений по акустическому и виброакустическому каналам	31500

На общую стоимость внедряемой системы защиты информации будут оказывать влияние стоимость виброизлучателей, акустоизлучателей, коммутаторов, отключателей, блоков питания монтажных проводов и пультов управления.

Также существенные затраты потребует монтаж выбранной конфигурации средства защиты с учетом особенностей рассматриваемого помещения. Учитывая сказанное, можно заключить, что экономические затраты на внедрение средств активной защиты от утечки акустической и вибрационной информации на объекте информатизации будут слагаться из стоимости базового блока, стоимости периферийного оборудования, стоимости кабельной продукции для электрического соединения оборудования и стоимости его монтажа.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Хорев А.А.* Техническая защита информации: учебное пособие для студентов вузов. В 3 т. Т. 1. Технические каналы утечки информации. – М.: Аналитика, 2008. – 436 с.
2. *Корчма М.Ю.* Обзор программно-аппаратных комплексов для оценки защищенности речевой информации от утечки по акустоэлектрическому каналу // Сб. научных трудов НГТУ. – 2015. – № 3(81). – С. 134-145.
3. *Гавришев А.А., Жук А.П.* Обобщенный алгоритм защищенного информационного обмена // Вестник СибГУТИ. – 2018. – № 1 (41). – С. 33-40.
4. *Гавришев А.А., Жук А.П.* Применение программы Eviews для анализа защищенных систем связи на основе хаотических сигналов на основе BDS-статистики T-Comm // Телекоммуникации и транспорт. – 2018. – Т. 12, № 11. – С. 43-50.
5. *Жук А.П., Осипов Д.Л., Гавришев А.А.* Оценка финансовых затрат на построение средств защиты информации с помощью системы поддержки принятия решений // Инфокоммуникационные технологии. – 2015. – Т. 13. № 4. – С. 451-457.
6. URL: https://detsys.ru/catalog/sredstva_zashchity_peregovorov/ (доступ свободный).
7. URL: <https://www.zaonet.ru/kamerton5.html> (доступ свободный).
8. URL: <https://xn-----6kcah1aiclba8bjprxnzch3bl8cg6d.xn--p1ai/product/> (доступ свободный).

Р.В. Ширяев, Ю.П. Топилина, Т.Н. Чан

КАК РОССИЯ РАЗВИВАЕТ СИСТЕМУ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ

Руководитель – к.т.н., доцент кафедры информационной безопасности телекоммуникационных систем С.Л. Балабаев

Южный федеральный университет, г. Таганрог

В 2020 году Россия заняла третье место в мире по количеству камер видеонаблюдения на своей территории. Страна также инвестировала миллионы долларов в программное обеспечение для распознавания лиц и запустила в Москве одну из самых всеобъемлющих систем наблюдения в мире.

Хотя власти заявляют, что это повысит общественную безопасность и поможет бороться с пандемией коронавируса, правозащитники выразили обеспокоенность отсутствием регулирования и возможными нарушениями конфиденциальности данных.

Согласно недавнему исследованию информационно-аналитического агентства TelesomDaily, в 2020 году в России было более 13 миллионов камер видеонаблюдения [1]. Только в Китае и США их было больше – 200 миллионов и 50 миллионов соответственно. По количеству видеокамер на 1000 человек, на рис. 1, Россия также заняла третье место после США и Китая.

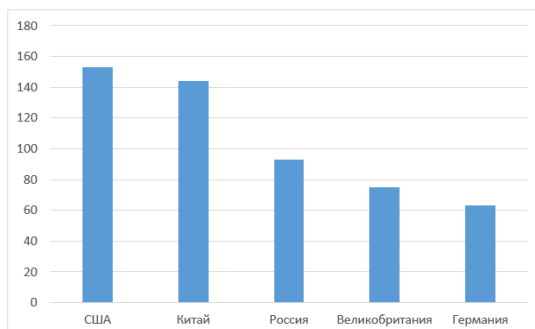


Рис. 1. Количество камер видеонаблюдения на 1000 человек, топ-5 стран

Более половины видеокамер в России (почти 8 миллионов) были установлены коммерческими организациями в целях охраны собственности. Около одной трети (почти 4,5 миллиона) работали в школах, больницах и государственных учреждениях. Они финансировались из государственного бюджета. Остальные камеры (около 1,1 миллиона) были установлены частными лицами, говорится в исследовании, рис. 2.

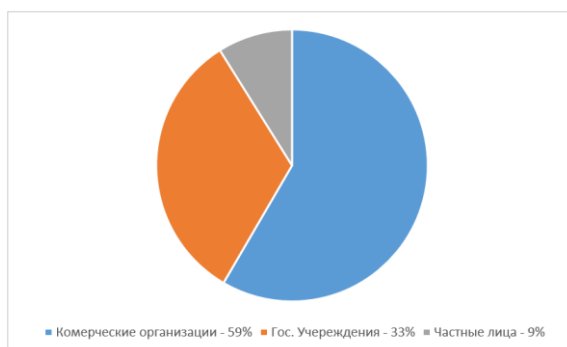


Рис. 2. Процент, кто устанавливает камеры в России?

Предыдущие исследования (например, CompariTech и PreciseSecurity.com) показали, что Россия не сообщала данные о камерах во всех своих городах, что усложняло сравнение с другими странами [2]. Тем не менее, было выявлено, что в 2019 году в Москве было установлено 193000 камер, а в Санкт-Петербурге – 55000, на рис. 3. Оба вошли в число 50 самых популярных городов мира: в Москве было 15,4 камеры на 1000 человек (29-е место), а в Санкт-Петербурге. В Петербурге было 10,1 камеры на 1000 человек (№ 37).

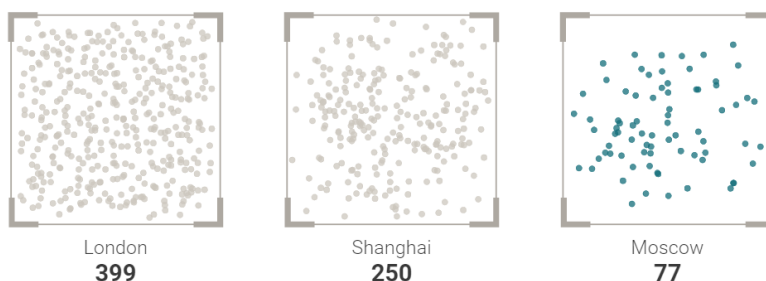


Рис. 3. Плотность камер видеонаблюдения в выбранных городах, количество камер на квадратный километр

Власти многих стран считают, что камеры видеонаблюдения могут снизить уровень преступности, повысить общественную безопасность или помочь с дорожными ситуациями [3]. С другой стороны, есть серьезные опасения по поводу конфиденциальности людей в общественных местах и того, безопасно ли обрабатываются данные с камер.

В 2020 году пандемия коронавируса открыла новый взгляд на проблему, поскольку несколько стран начали использовать высокотехнологичное наблюдение, чтобы люди оставались дома, если их поместили в карантин. Например, жители Гонконга должны были носить карантинный браслет, а данные о местоположении телефона использовались для отслеживания передвижения пациентов в Южной Корее.

После нескольких лет испытаний в России в январе 2020 года была запущена система распознавания лиц. Этой технологией были оснащены более 100 000 камер, которые уже были установлены в Москве.

Следовательно, в начале пандемии в России была действующая система, которая позволяла властям контролировать соблюдение людьми правил карантина. По некоторым данным, камеры смогли сообщить о «нарушителях» даже тогда, когда они всего на несколько минут выходили из дома, чтобы вынести мусор.

Как работает распознавание лиц?

Система анализирует до нескольких тысяч узловых точек и создает уникальное цифровое представление лица на рис. 4. Он измеряет, например, ширину носа, длину линии подбородка или расстояние между глазами.

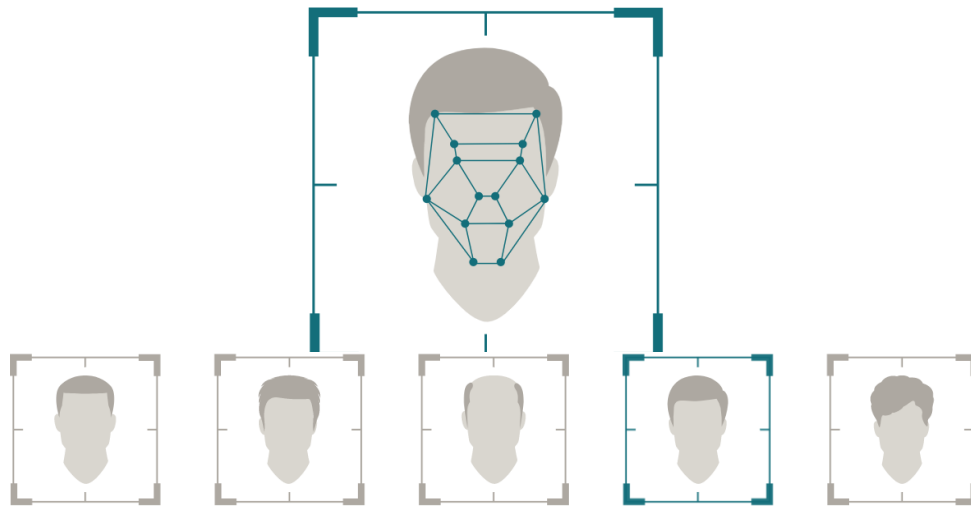


Рис. 4. Сравнение с лицами в базе данных

Система сравнивает отпечаток лица с изображениями в своей базе данных и, обнаружив совпадение, отправляет предупреждение оператору-человеку.

В 2019 году Москва потратила более 53 миллионов долларов на оборудование для распознавания лиц.

Согласно недавнему отчету MBH Media, мэрия Москвы потратила еще 35 миллионов долларов в 2020 году. Самый большой кусок бюджета (примерно 19 миллионов долларов) взял на себя Московский метрополитен, у которого должно быть восемь камер примерно в четверти вагонов. Другие средства пошли на системы распознавания лиц для трамваев и автобусов, решения для хранения данных и техническое обслуживание.

В июне 2020 года Россия подписала контракт на установку системы распознавания лиц под зловещим названием «Оруэлл» для всех своих школ – всего более 43 000 человек. По словам властей, это было сделано для отслеживания перемещений детей и выявления потенциальных посторонних на территории школы в целях повышения безопасности.

Три месяца спустя было объявлено, что по всей России будут установлены дополнительные системы распознавания лиц. Помимо Москвы, еще 10 городов должны иметь камеры в общественных местах и на подъездах к многоквартирным домам. Полный список городов не разглашается, но официальные лица заявили, что, например, в Нижнем Новгороде должно быть установлено около 3000 камер.

Российская полиция, как сообщается, также разрабатывает систему, которая будет распознавать людей по их татуировкам, радужной оболочке глаза, голосу или движениям тела. Распознавание походки позволяет идентифицировать человека на расстоянии 50 метров, даже если он не смотрит в камеру. Он анализирует походку человека на основе длины шагов, угла наклона ступней или движения рук, и его нелегко обмануть.

Хотя использование систем распознавания лиц может показаться оправданным во время глобальной пандемии, правозащитные группы призвали принять меры, чтобы эти меры были временными, соразмерными текущей ситуации и не использовались в гнусных целях. Например, власти России, Беларуси или других репрессивных стран могут использовать такую технологию для выявления участников антиправительственных протестов.

И Human Rights Watch, и Amnesty International отмечают продолжающееся ухудшение положения с правами человека в России. Остается вопрос: сможет ли Россия, когда пандемия закончится, найти правильный баланс между слежкой за безопасностью и защитой частной жизни людей?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Krystyna F.* We See You! How Russia Has Expanded Its Video-Surveillance System [Электронный ресурс]. – 2021. Режим доступа: – URL: <https://www.rferl.org/a/russia-video-surveillance/31052482.html> (доступ свободный).
2. *Михаил Ф.* Попасть в камеру. – 2021. – Режим доступа: URL: <https://rg.ru/2021/02/19/general-lejtenant-policii-iurij-zhdanov-o-razvitii-videokontrolia-na-ulicah.html> (доступ свободный).
3. *Russia's use of facial recognition challenged in court.* – 2020. – Режим доступа: URL: <https://www.bbc.com/news/technology-51324841> (доступ свободный).

М.А. Кажемский

ВЛИЯНИЕ ТИПА ВЕЙВЛЕТА НА КАЧЕСТВО ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЯ ХЕРСТА ПРИ ФРАКТАЛЬНОМ АНАЛИЗЕ ТРАФИКА

Руководитель – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой информационной безопасности О.И. Шелухин

Московский технический университет связи и информатики, г. Москва

Введение. Влияние типа материнского вейвлета обусловлено тем, что при фиксированном размере окна анализа количество коэффициентов детализации образующихся при кратномасштабном анализе значительно различается.

Для оценки влияния типа вейвлета рассмотрена задача определения показателя Херста для сетевой аномалии в виде атаки Neptune (SYN-flood) используя «скользящее» окно и текущий кратномасштабный анализ.

В качестве материнского рассмотрены распространенные типы вейвлетов: Хаар, Симлет 4, Добеши 6, Мейера.

Сравнение вейвлетов осуществлялось по качеству оценки показателя Херста, под которым понимается минимальный разброс оцениваемых значений показателя Херста относительно среднего.

Рекуррентный алгоритм. Пусть $X(ti), i = \overline{1, N}$ будет дискретным случайным процессом, определенным на интервале $i = 1 \dots N$ и пусть разложение графика по вейвлет коэффициентам осуществляется в скользящем окне размера N . Смещение окна анализа осуществляется с шагом $\Delta \leq N$. В результате при смещении окна анализа слева направо положение окна пробежит m положений $M = \frac{N}{\Delta}, m = \overline{1, M}$. Тогда вейвлет-коэффициенты детализации при m -ом положении окна $d_{j,k}^m$ могут быть найдены в конце анализируемого интервала [1, 5, 6].

С учетом стационарности и слабой статистической зависимости вейвлет коэффициентов оценку совокупного среднего можно проводить по частному (временному) среднему:

$$\mu_{j,m} = M[d_{j,k}^{2(m)}] \approx \frac{1}{n_j} \sum_{k=1}^{n_j} |d_{j,k}^{(m)}|^2, m = \overline{1, M}. \quad (1)$$

Для нахождения текущей оценки параметра Херста \hat{H}_m при m -ом положении окна анализа необходимо выполнить линейную регрессию на шкале j в диапазоне $[j_1, j_2]$ в соответствии с уравнением:

$$\log_2(\mu_{j,m}) = \log_2\left(\frac{1}{n_j} \sum_k |d_x^{(m)}(j, k)|^2\right) = (2\hat{H}_m - 1)j + \hat{c} = \alpha_m j + \hat{c}, \quad (2)$$

где $\hat{c} = const$

Формула (2) описывает возможный способ оценки показателя Херста ДВЗ-процессов в виде линейной зависимости. Это означает, что, если процесс $x_i, i = \overline{1, N_0}$ является долговременно зависимым процессом с показателем Херста H_m , то график зависимости $\log_2(\mu_{j,m})$ от j , называемый логарифмической диаграммой (LD), имеет линейный наклон $2\hat{H}_m - 1$, и масштабный показатель $\hat{\alpha}_m = (2\hat{H}_m - 1)$ может быть получен путем оценки наклона графика функции $\log_2(\mu_{j,m})$ от j при каждом m -м положении окна анализа.

Взвешенную оценку $\hat{\alpha}_m$ для α на интервале $[j_1; j_2]$ при m -ом положении окна анализа можно найти, воспользовавшись методикой [2-4]:

$$\hat{\alpha}_m = \sum_j w_j y_{j,m}, \quad (3)$$

$$\hat{c}_m = \sum_j v_j y_{j,m}, \quad (4)$$

$$w_j = \frac{S_j - S_1}{(SS_2 - S_1^2)\sigma_j^2}, \quad (5)$$

$$y_{j,m} = \log_2(\mu_{j,m}) - g(j), \quad (6)$$

$$g(j) = \psi(n_j/2) \ln 2 - \log_2\left(\frac{n_j}{2}\right) = \Gamma'(n_j/2)/(\Gamma(n_j/2) \ln 2) - \log_2\left(\frac{n_j}{2}\right) \sim -\frac{1}{n_j \ln 2} \quad (7)$$

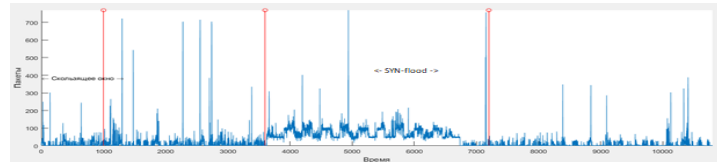
$$\sigma_j^2 = \frac{\xi\left(2, \frac{n_j}{2}\right)}{\ln^2 2} \sim \frac{2}{n_j \ln^2 2}, \quad (8)$$

$$v_j = \frac{S_2 - j S_1}{(SS_2 - S_1^2)\sigma_j^2}, \quad (9)$$

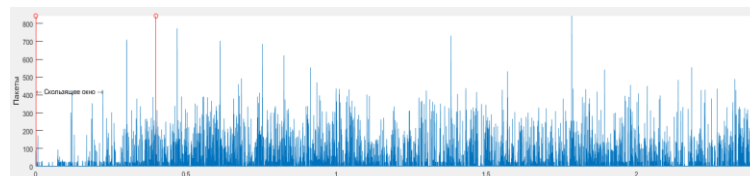
$$S = \sum_{j=j_1}^{j_2} 1/\sigma_j^2, S_1 = \sum_{j=j_1}^{j_2} j/\sigma_j^2, S_2 = \sum_{j=j_1}^{j_2} j^2/\sigma_j^2, \quad (10)$$

где $\Gamma(x) = \int_0^{\infty} t^{x-1} e^{-t} dt$, Γ – гамма функция, Γ' – её производная, а $\xi(2, z) = \sum_0^{\infty} 1/(z + n)^2$ – обобщённая Зета функция Римана; $\psi(x) = \Gamma'(x)/\Gamma(x)$ – Psi функция (также имеющая название дигамма-функция); n_j – число коэффициентов - делителей на соответствующем уровне разложения (j).

Исходные данные. В качестве исходных данных использовались две реализации сетевого трафика: с аномалией Syn-Flood (рис. 1,а) и нормальный (рис. 1,б).



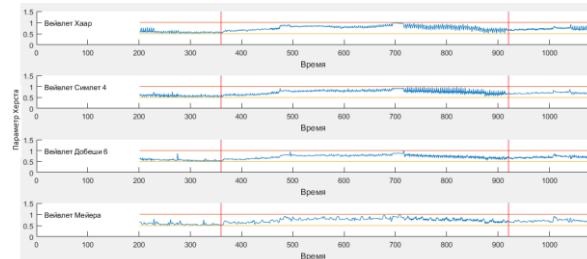
а



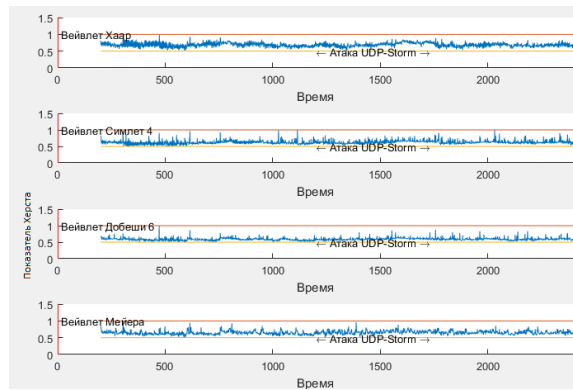
б

Рис. 1. Исходные данные – трафики: а – Syn-Flood, б – Нормальный трафик

С помощью рекуррентного алгоритма (3)...(10) построены зависимости оценки показателя Херста с заданными границами [0.5; 1], представленные на рис. 2.



а



б

Рис. 2. Определение показателя Херста для 4х вейвлетов для трафиков: а – Syn-Flood, б – Нормальный

Качество оценки показателя Херста. Для оценки качества показателя Херста \hat{H} каждого из анализируемых вейвлетов для каждой представленной реализации. В соответствие с табл. 1 для каждой из реализаций был задан набор из были рассчитаны стандартные отклонения $\sigma_{\hat{H}}$ «скользящих» окон и границ аномалии.

Таблица 1

Стандартное отклонение $\sigma_{\hat{H}}$ для трафика с аномалией SYN-flood

Тип вейвлета	Стандартное отклонение $\sigma_{\hat{H}}$							
	Аномальная часть трафика				Нормальная часть трафика			
Размер окна анализа	2000	1500	1000	500	2000	1500	1000	500
Хаар	0.097	0.097	0.069	0.059	0.053	0.052	0.047	0.063
Симлет 4	0.096	0.081	0.061	0.061	0.049	0.047	0.049	0.074
Добеша 6	0.085	0.078	0.053	0.069	0.043	0.043	0.047	0.079
Мейер	0.095	0.086	0.06	0.078	0.048	0.043	0.047	0.0744

Оценки параметра Херста были найдены для аномальной и нормальной частей трафика. Результаты оценки стандартного отклонения для сравниваемых вейвлетов представлены в табл. 2, 3.

Таблица 2

$\sigma_{\hat{H}}$ для нормального трафика (Теоретическое)

Тип вейвлета	Стандартное отклонение $\sigma_{\hat{H}}$			
	Весь трафик			
Размер окна	2000	1500	1000	500
Хаар	0.061	0.044	0.064	0.026
Симлет 4	0.054	0.058	0.058	0.064
Добеша 6	0.04	0.044	0.046	0.0562
Мейер	0.055	0.058	0.057	0.0552

Анализ данных, представленных в таблицах показывают, что минимальное СКО обеспечивает вейвлет Добеша при размере окна более 1000 выборок для всего трафика. При размерах окон менее 1000 значений минимальное значение СКО показывает вейвлет Хаара.

Поскольку на практике границы аномалии неизвестны, для определения СКО аномальной и нормальной частей трафика используется весь трафик целиком. Для такого случая были определены средние значения показателя Херста для аномальных и нормальных частей трафика, представленные в табл. 3. Для этого использовались участки трафика (рис. 2) с максимальным и минимальным параметром Херста, что соответствует аномальному и нормальному поведением.

Таблица 3

Средние значения параметра Херста

Тип вейвлета	$m_{\text{норм}}$	$m_{\text{аном}}$
Хаар	0.56	0.88
Симлет	0.57	0.86
Добеша 6	0.57	0.87
Мейер	0.57	0.84

На основе полученных результатов в табл. 3 были определены $\sigma_{\hat{H}}$ для нормальной и аномальной частей трафика для различных типов вейвлетов. Результаты представлены в табл. 4.

Таблица 4

Стандартное отклонение $\sigma_{\hat{H}}$ для трафика с аномалией SYN-flood

Вейвлет	Аномальная часть				Нормальная часть			
	2000	1500	1000	500	2000	1500	1000	500
Хаар	0.072	0.056	0.045	0.042	0.054	0.082	0.07	0.059
Симлет	0.073	0.071	0.055	0.047	0.054	0.051	0.059	0.061
Добеши 6	0.054	0.056	0.041	0.038	0.042	0.047	0.06	0.071
Мейер	0.066	0.0681	0.05	0.051	0.046	0.047	0.06	0.064

Сравнение данных, представленных в табл. 1, 4 показывает, что минимальное расхождение идеальном и реальном случаях достигается при вейвлете Добеши 6.

Заключение. Предложенный в работе рекуррентный алгоритм базируется на оценки мультифрактальных свойств трафика с помощью скользящего окна и кратномасштабного вейвлет-анализа. При проведении, которого, анализ данных показывает, что минимальное СКО при оценке параметра Херста обеспечивает использование при вейвлет – анализе материнские вейвлеты Добеши при размере окна более 1000 выборок. При длительности скользящего окна анализа менее 1000 значений минимальное значение СКО демонстрируют вейвлеты Хаара. По результатам проведенного анализа рекомендовано использовать вейвлет Добеши 6.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Шелухин О.И.* Сетевые аномалии. Обнаружение, локализация, прогнозирование. – М.: Горячая линия – Телеком, 2019. – 448 с. – ISBN 978-5-9912-0756-0.
2. *Abry P., Veitch D.* Wavelet analysis of long-range dependent traffic // IEEE Trans. on Info. Theory. – 1998. – Vol. 44, No. 1. – P. 2-15,
3. *Abry P., Taqqu MS, Flandrin P., Veitch D.* Wavelets for the analysis, estimation, and synthesis of scaling data, in Park K., Willinger W. (Eds.), Self -similar Network Traffic and Performance Evaluation, John Wiley & Sons. – 2000. – P. 39-88.
4. *Atayero A.A., Sheluhin O.I.* Integrated Model for Information Communication Systems and Networks. Design and Development. IGI Global. USA, 2013. – P. 462.
5. *Sheluhin O.I., Lukin I.Yu.* Network traffic anomalies detection using fixing method of jumps of multifractal dimension in the real-time mode // Automatic Control and Computer Sciences. – September 2018. – Vol. 52, Issue 5. – P. 421-430. – Doi: 10.3103/S0146411618050115.
6. *Басараб М.А., Шелухин О.И., Коновалов И.А.* Оценка влияния трешолдинга на достоверность обнаружения аномальных вторжений в компьютерные сети статистическим методом // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Приборостроение. – 2018. – № 5. – С. 56-67. – Doi: 10.18698/0236-3933-2018-5-56-67.

Н.Н. Самарин¹, О.И. Шелухин²

**ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ОЦЕНКИ ИНФОРМАЦИОННОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗ ИСХОДНЫХ
ТЕКСТОВ**

Руководитель – заслуженный деятель науки РФ, д.т.н., профессор,
заведующий кафедрой информационной безопасности

¹Федеральное государственное унитарное предприятие

«Научно-исследовательский институт «Квант», г. Москва

²Московский технический университет связи и информатики, г. Москва

В работе предложен подход к созданию программного комплекса оценки информационной безопасности программного обеспечения (ПО) без исходных текстов.

Число кибератак во всем мире ежегодно растет. По данным Positive Technologies [1], уже в первом квартале 2020 года в России было зафиксировано на 22,5 % больше кибератак, чем в последнем квартале 2019 года. Во втором квартале число кибератак выросло еще на 9 % по сравнению с первым кварталом 2020 года. Одним из наиболее распространенных методов реализации кибератак является использование вредоносного программного обеспечения (ВПО). Доля кибератак с использованием ВПО, по данным Positive Technologies [1], составила 71 % для физических лиц и 60 % для юридических лиц.

Наибольшую проблему для анализа безопасности представляет ПО с закрытым исходным кодом, т.к. оно является «черным» ящиком для пользователя [2]. Это требует использования технически сложных процедур, таких как декомпиляция, реверс-инжиниринг и т.д. Решение задачи анализа безопасности осложняется необходимостью оперативного принятия решения о легитимности ПО; ограниченностью вычислительных ресурсов и невозможностью полной автоматизации процесса анализа безопасности ПО.

В основе предлагаемого подхода лежит модель безопасного функционирования ПО, учитывающая особенности проявлений ВПО в системе. Ключевую роль в описании работы ПО играют выполняемые им функции, изменения в потреблении вычислительных ресурсов и изменения, связанные с работой ПО с памятью. Практическая реализация модели базируется на гипервизоре. Сравнительный анализ различных моделей показал, что наиболее подходящим в условиях поставленной задачи является гипервизор Vochs. Vochs – это бесплатный эмулятор, на основе которого можно воссоздать на своем устройстве операционную систему OS, VM, VSE [3]. Он реализует пошаговый контроль выполнения инструкций процессора и требует наименьшего объема исходного кода, что значимо в условиях ограниченности вычислительных ресурсов.

Предложенная оценка безопасности ПО включает следующие частные оценки и вычисляется как среднее значение между ними:

- ◆ вероятностная оценка надежности функционирования ПО;
- ◆ оценка безопасности на основе выявленных в результате сканирования уязвимостей и сетевых портов, а также выявленных потенциально небезопасных изменений в файловой системе и реестре;
- ◆ оценка безопасности на основе выявленных с использованием гипервизора потенциально опасных операций, связанных с памятью.

Архитектура программного комплекса оценки информационной безопасности ПО без исходных текстов является модульной, за счет чего обеспечивается масштабируемость и расширяемость функционала комплекса. В технический состав программного комплекса должны входить следующие средства: сервер (с установленной операционной системой, гипервизором, набором виртуальных машин, систем-

ными файлами и библиотеками, приложением/скриптом для автоматизации тестирования); сервер баз данных; утилиты мониторинга процессов и изменений в файловой системе и реестре; ПО для сбора сетевого трафика; сканер сетевой безопасности; дизассемблер и прочие инструменты статического анализа; отладчик.

При проведении экспериментальных исследований использовались 10 образцов ВПО для ОС DOS и 2 штатные программы, функционирующие корректно. Резюльтирующие оценки безопасности представлены в табл. 1.

Таблица 1

Итоговая оценка безопасности

AVV	Abbas	Adi	Ah	Bomzh	Green	Omsk622	Ukraine	Yosha	Keyrus	ШП №1	ШП №2
0,32	0,38	0,37	0,32	0,43	0,44	0,33	0,35	0,39	0,33	0,93	0,97

Из табл. 1 видно, что высокую оценку получили только штатные программы, что подтверждает успешность апробации разработанного программного комплекса. При этом, задействование вычислительных ресурсов виртуальной машины при анализе безопасности было незначительным, что говорит о высокой производительности комплекса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Актуальные киберугрозы: I квартал 2020 года. – Режим доступа: <https://www.ptsecurity.com/ru-ru/research/analytics/cybersecurity-threatscape-2020-q1/>.
2. Самарин Н.Н. Метод анализа программного обеспечения без исходного кода на скрытые угрозы // Матер. Международной научно-технической конференции «INTERMATIC– 2013» / под ред. академика РАН А.С. Сигова. – М.: Энергоатомиздат. – 2013. – Ч. 5. – С. 99-103.
3. Bochs – бесплатный эмулятор аппаратного обеспечения IBM PC. – Режим доступа: <http://bochs.sourceforge.net/>.

Н.С. Каунов

ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫБОРОВ С ПОМОЩЬЮ БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГИИ С РАСПРЕДЕЛЁННЫМ РЕЕСТРОМ

Руководитель – д.т.н., профессор кафедры инфокоммуникационных технологий, математики, информационной безопасности А.М. Макаров

Пятигорский государственный университет, г. Пятигорск

Начнём с того, что при голосовании нет никакой гарантии, что бюллетень будет учитываться, что не будет фальсификации и подмены решения избирателя. Для того, чтобы решить эти проблемы, нужна система хранения записей (фактов), важной особенностью которой является, что их может проверить любой человек. Необходима система с гарантией и безопасностью. Эту систему никто не сможет фальсифицировать, потому что каждый участник системы следит за ней. И эти системы появились, а в основе их программного обеспечения лежит блокчейн.

Блокчейн – это технология, на которой основаны платформы для осуществления операций между равноправными участниками, действующие без посредников, и в которой применяется децентрализованное хранение информации для отражения всех данных об операциях.

Технология оказалась очень востребованной в абсолютно разных областях и может применяться для решения многих проблем. Ее преимущества – это безопасность, быстрдействие, надежность, отсутствие посредников, уменьшение транзакционных издержек и т.д.

В данном проекте предложен вариант решения проблемы с махинациями при подсчёте голосов избирателей.

Целью проекта является построение системы с применением блокчейн-технологий распределённого реестра при помощи методов криптографии в сфере выборов.

В соответствии с поставленной целью в ходе выполнения проекта должны быть решены следующие задачи:

1. Определение принципов построения системы с распределённым реестром.
2. Определение требований к выборной системе, которая будет построена основе технологий с распределённым реестром.
3. Построение общей схемы электронного голосования на основе блокчейн-технологий.

Блокчейн – это последовательность блоков, содержащих в себе информацию. Каждый блок хранит в себе всю информацию, начиная с первого блока, а новая же информация добавляется в конец цепочки. Все блоки связаны между собой криптографической подписью. Любое изменение системы должно сопровождаться этой подписью, после изменения информации и ее записи в цепочку, об этом должны узнать все ноды сети. Копии этих блоков хранятся на компьютерах пользователей по всему миру, именно по этой причине данную последовательность блоков принято называть технологией распределённого реестра.

Эта технология предполагает, что текущее состояние блокчейна предоставляется миллионам компьютеров по всему миру – узлам. При появлении в сети нового блока, все узлы обновляют свой блокчейн и хранят полную актуальную его версию.

Проверенная информация, записанная в блокчейн, остаётся в нём навсегда, и убедиться в ее подлинности может любой участник сети. При этом изменение блокчейна будет действительным, если оно подтверждено более чем 51%-ом узлов сети.

Блокчейн является прозрачной технологией, поэтому данные хранимые в блокчейне подделать нельзя. К тому же информация находится в закодированном виде. Можно с уверенностью говорить о том, что блокчейн является одной из самых надёжных систем в мире. Он хранится на компьютерах пользователей, которые его используют, тем самым сеть может разворачиваться до огромных размеров, при этом, чем сеть больше, тем надёжнее система. И, если из строя выйдут практически все компьютеры, сеть продолжит работу благодаря уцелевшим ресурсам. Это и есть принцип децентрализации – один из главных плюсов, который позволяет осуществлять безопасный доступ к информации и её хранению.

Эти технологии можно рассматривать для создания систем голосования с защитой от фальсификации данных. Имея базы на основе блокчейна, информация о решении избирателя будет напрямую поступать в базу данных, недоступную для фальсификации, где и будет храниться дальше до момента подсчёта, имея такое свойство, как «прозрачность» для избирателя. Стоит отметить, что избирателям не нужно быть квалифицированными криптографами для того, чтобы в полной мере ощутить преимущества, которые представляет блокчейн-технологии.

Итак, каким требования должна отвечать выборная система с распределённым реестром: допуск к голосованию исключительно лиц с избирательным правом, обеспечение тайного голоса, обеспечение идеи «один избиратель-один голос», обеспечение неизменности поданного голоса, открытость голосования для избирателей, отсутствие возможности подсчитать промежуточные итоги голосования до его завершения. Участниками такой системы будут: избиратель, избирательная комиссия, наблюдатели.

Для участия в выборах избиратель должен иметь подтверждённую учётную записать на Едином портале государственных и муниципальных услуг и заранее подать через данный портал своё заявление. Для этого нужно зарегистрироваться на ЕПГУ, далее необходимо подтвердить свою личность в Госуслугах, сделать это можно следующим образом, сначала, предоставив номер паспорта, СНИЛС, номер мобильного телефона и e-mail, создаётся упрощенная учётная записать, которую всё ещё нужно подтвердить в различных банках, МФЦ или пенсионном фонде.

Далее избиратель, который имеет подтвержденную учетную запись на ЕПГУ, должен заранее подать через данный портал свое заявление.

После получения заявления данные избирателя проверяются ЦИК и загружаются в компонент «Список избирателей» программно-технического комплекса. Процесс загрузки сопровождается записью уникальных идентификаторов в блокчейн. Возможность просматривать список имеют члены комиссии, непосредственно избирательной, и наблюдатели – с помощью автоматизированного комплекса, который размещён в здании избирательной комиссии.

Далее применяется криптографический алгоритм, известный как «слепая электронная подпись». Используется он для обеспечения анонимности процесса голосования вместе с допуском к выбору только авторизованных избирателей. После этого избиратель должен получить электронную бюллетень. Для этого его переводят в другой домен – так называемую «анонимную зону». Избиратель заполняет бюллетень на своём личном устройстве (ПК, телефон и тд). Подписанный бюллетень должен обрести зашифрованный вид и отправиться в компонент «Распределенное хранение и подсчет голосов». Для того, чтобы бюллетень можно было принять, «Список избиратель» должен определить присутствует ли избиратель в соответствующем списке.

На устройстве пользователя генерируется пара открытый и закрытый ключ, с помощью которых шифруется бюллетень. Открытый ключ на устройстве проходит процедуру маскировки («ослепления») с помощью алгоритма RSA с длиной ключа 4096 бит. Это нужно для сохранения тайны голосования. Происходит автоматическая отправка замаскированного открытого ключа. Валидатор подписывает замаскированный открытый ключ, не зная исходного ключа.

Пользователь, получивший подпись на замаскированный ключ, может сделать обратные преобразования и получить подпись для исходного, незамаскированного ключа. Подписанный бюллетень в зашифрованном виде отправляется в компонент «Распределенное хранение и подсчет голосов. Компонент «Список избиратель» на основе полученного открытого ключа избирателя удостоверяется в том, что данный избиратель присутствует в списке избирателей.

Происходит учёт голоса избирателя, который до момента подсчёта голосов хранится в компоненте «Распределенное хранение и подсчет голосов».

Предлагаю подытожить результаты работы:

Использование блокчейн технологий в этой сфере даёт возможность безопасно и вместе с этим прозрачно хранить данные о решении избирателей до момента объявления результатов выборов:

1. В научно-инновационном проекте были рассмотрены общие принципы построения систем с распределенным реестром, в основе которых положены методы криптографии.

2. Были определены требования к выборной системе, построенной на основе технологий с распределённым реестром.

3. Для выборов была построена общая схема электронного голосования на основе блокчейн-технологий. (см. Приложение 1).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ARMONK. Maersk and IBM Unveil First Industry-Wide Cross-Border Supply Chain Solution on blockchain (online). – 2017. Available at: <https://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/51712.wss> (Accessed 20 Dec. 2017).
2. BitFury Group Limited. Proof of Stake versus Proof of Work, White Paper. (pdf). – 2017. Available at: <http://bitfury.com/content/5-whitepapers-research/pos-vs-pow-1.0.2.pdf> (accessed 20 Dec. 2017).
3. *Dickson B.* Blockchain has the potential to revolutionize the supply chain. Techcrunch. – 2016. Available at: <https://techcrunch.com/2016/11/24/> (Accessed 20 Dec. 2017).
4. *Gilbert D.* Blockchain Technology Could Help Solve \$75 Billion Counterfeit Drug Problem. Ibtimes. – 2016. Available at: <http://www.ibtimes.com/> (Accessed 20 Dec. 2017).
5. *Houy N.* The Bitcoin Mining Game. Ledger. – 2016. – P. 142. Available at: <http://www.ledgerjournal.org/ojs/index.php/ledger/article> (Accessed 20 Dec. 2017).
6. *Nakamoto S.* Bitcoin: Apeer-to-Peer Electronic Cash System. 1st ed. (pdf). – 2008. Available at: <http://www.cryptovest.co.uk/resources/> (Accessed 20 Dec. 2017).
7. *Raval S.* Decentralized Applications: Harnessing Bitcoin's Blockchain Technology, O'reilly, Sebastopol, California. – 2016.
8. *Robinson A.* What is Blockchain Technology, and What Is Its Potential Impact on the Supply Chain? (online) Cerasis. – 2016. Available at: <http://cerasis.com/2016/06/29/blockchain-technology/> (Accessed 20 Dec. 2017).
9. *Smart E.* Top 5 Blockchain Technology Myths the Mainstream Has Fallen For. – 2016. Available at: <https://bitconnect.co/bitcoin-news/> (Accessed 20 Dec. 2017).
10. *Swan M.* Blockchain blueprint for a new economy, O'reilly, Sebastopol, California. – 2015.
11. *Vorobyev G.A., Ryndjuk V.A., Kozlov V.A., Makarov A.M.* PROBABILISTIC MODELS OF CRYPTOGRAPHIC SYSTEMS AND THEIR APPLICATIONS // 3rd International Conference on Digital Information Processing, Data Mining, and Wireless Communications. – 2016.
12. *Walch A.* The Bitcoin Blockchain as Financial Market Infrastructure: A Consideration of Operational Risk // Journal of Legislation and Public Policy. – 2014. – Vol. 18:837. – P. 671-672.

Х.Х.Ш. Шакир

АРХИТЕКТУРА ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ КВАНТОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КЛЮЧА ПО ПРОТОКОЛУ B92

Руководитель – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой информационной безопасности телекоммуникационных систем К.Е. Румянцев

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Защищённые системы связи с квантовым распределением ключа между удалёнными пользователями, рассматриваются как основа развития информационных сетей будущего [1–5]. Методы квантовой криптографии позволяют распределять ключи между абонентами по незащищённым волоконно-оптическим линиям связи. При этом попытка перехвата ключа может быть гарантированно обнаружена.

Известен протокол квантового распределения ключа B92 [6]. Он основан на передаче двух неортогональных состояний одиночных фотонов. Протокол проще реализовать по сравнению с протоколом BB84 [7], основанным на передаче 4-х состояний одиночных фотонов. Использование фазового кодирования состояний фотонов снимает ограничения из-за изменений поляризации при распространении через оптическое волокно. В 1993 г. разработана система КРК на оптическом волокне длиной в 10 км [8]. Позднее дальность КРК увеличена до 30 км [9]. В [10] сообщалось об успешной передаче ключа на 67 км. Компанией MagiQ создана система КРК для обмена секретными ключами на расстоянии до 120 км [11]. Рекордная дальность квантового распределения ключа составляет 150 км [12].

Процесс формирования битов ключа по протоколу B92 иллюстрирует табл. 1. Видно, что при разности фаз $\pi/2$ (станции используют несовместимые базисы) фотон равновероятно может быть зарегистрирован как первым, так и вторым фотодетектором.

Таблица 1

Формирование квантового ключа по протоколу B92

Фазовый сдвиг отправителя Алиса ФА	0	$\pi/2$	0	$\pi/2$
Значения бита отправителя Алиса	«0»	«1»	«0»	«1»
Фазовый сдвиг получателя Боб ФВ	0	0	$3\pi/2$	$3\pi/2$
Значения бита получателя Боб	«0»	«0»	«1»	«1»
Разность фаз ФА-ФВ	0	$\pi/2$	$\pi/2$	π
Вероятность приёма фотона ОЛФД1	1	1/2	1/2	0
Вероятность приёма фотона ОЛФД2	0	1/2	1/2	1
Бит ключа	«0»	неопределённость	«1»	«1»

Архитектура канала связи с системой квантового распределения ключа, представлена на рис. 1.

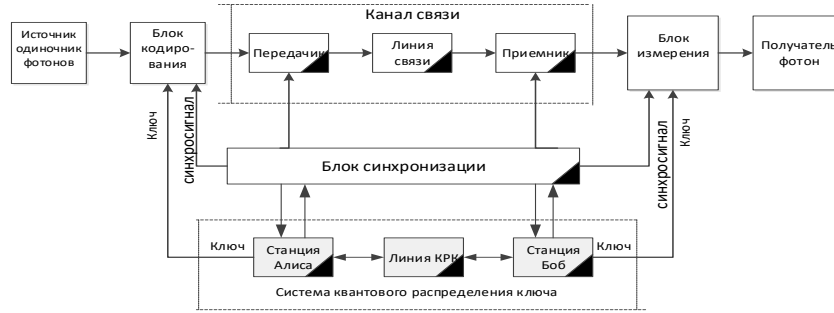


Рис. 1. Канал связи с системой квантового распределения ключа

Анализ типовой архитектуры системы квантового распределения ключа с одной волоконно-оптической линией связи и двумя несбалансированными интерферометрами Маха-Цендера по протоколу B92 с фазовым кодированием состояний фотонов (рис. 2) позволил выявить проблемы при технической реализации протокола.

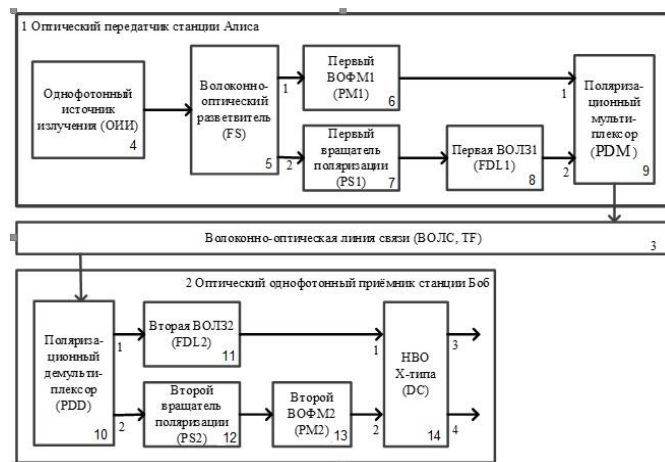


Рис. 2. Архитектура системы квантового распределения ключа по протоколу B92 с фазовым кодированием состояний фотонов

Проблема 1. Для квантового распределения ключа необходимы источники одиночных фотонов. Анализ показывает, что такие источники слишком сложны. Поэтому ориентируемся на формирование и приём квантового импульса, представляющего ослабленный лазерный импульс.

Проблема 2. Наличие злоумышленника, перехватывающего ключ, приводит к изменению статистики измеренных на приёмной стороне состояний фотонов, которое может быть обнаружено. Поэтому для информационной безопасности необходимо периодическое обновление ключа для шифрования и дешифрования информации.

Проблема 3. Все системы КРК с фазовым кодированием состояний фотонов требуют фазовой синхронизации и стабилизации. Выполнение этих требований представляет сложную техническую задачу.

Проблема 4 В интерферометре Маха-Цендера сигналы с разной поляризацией действительно модулируются на двух сторонах линии связи. Выходные сигналы плеч интерферометра Маха-Цендера уже с одинаковой поляризацией интерферируют в направленных волоконно-оптических ответвителях перед подачей на фотодетекторы. Кроме того, при распространении через модулятор фазы фотон приобретает дополнительный сдвиг поляризации. Следовательно, системы с кодированием состояния фазы фотона чувствительны к поляризации.

Проблема 5. Применение интерферометра Маха-Цендера значительно ослабляет требования к времени когерентности, однако требует точной балансировки плеч и высокой стабильности параметров интерферометра.

Проблема 6. Схема с фазовым кодированием становится неработоспособной, если отсутствует компенсация паразитного фазового набега.

Проблема 7. Эффективность функционирования системы на интерферометре зависит от параметров подсистемы синхронизации.

Исследование проблем показывает, что внедрение систем квантового распределения ключа требует оценки влияния на характеристики системы в целом отклонений от идеальных параметров различных функциональных устройств как двух станций. Последнее предполагает разработку модели системы посредством изменений фазы фотона на интерферометре Маха-Цендера. В модели должны быть учтены такие параметры, как поляризационная модовая дисперсия в оптических волокнах, поляризационно-зависимые потери в пассивных оптических компонентах и поляризационно-зависимая модуляция в электрооптических фазовых модуляторах.

В процессе разработки модели системы обосновано включение в структуру дополнительных функциональных элементов. С учётом этого предложена уточнённая структурная схема системы КРК по протоколу B92, представленная на рис. 3.

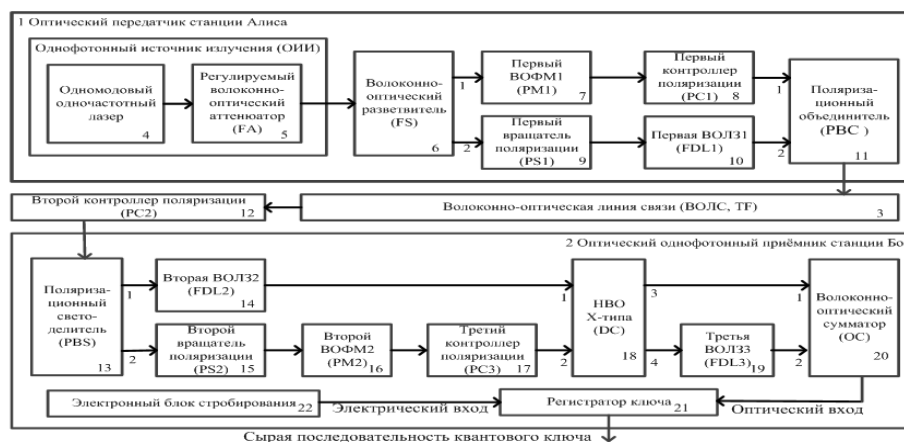


Рис. 3. Структурная схема системы квантового распределения ключа

Система КРК содержит оптический однофотонный передатчик 1 на станции Алиса и оптический однофотонный приёмник 2 на станции Боб. Оптический передатчик и оптический приёмник соединены волоконно-оптической линией связи 3 на основе одномодового оптического волокна.

Для остальных функциональных элементов схемы использовано следующее цифровое обозначение:

4 – одномодовый одночастотный лазер для генерирования многофотонного оптического импульса с заданной поляризацией;

5 – регулируемый оптический аттенуатор для формирования квантового импульса со средним числом фотонов на импульс не более 1;

6 – волоконно-оптический разветвитель 1×2 для формирования двух идентичных квантовых импульсов с сохранением поляризации;

7 – первый волоконно-оптический фазовый модулятор (ВОФМ) для фазового кодирования состояния опорного квантового импульса;

8 – первый контроллер поляризации для контроля и управления поляризацией опорного квантового импульса вдоль одной оси;

9 – первый вращатель плоскости поляризации на $\pi/2$ для формирования квантового импульса с ортогональным состоянием поляризации относительно состояния входного квантового импульса;

10 – первая волоконно-оптическая линия задержки (ВОЛЗ) для формирования дублирующего квантового импульса;

11 – поляризационный объединитель для объединения опорного и дублирующего квантовых импульсов с плеч интерферометра;

12 – второй контроллер поляризации для контроля и управления поляризацией опорного и дублирующего квантовых импульсов;

13 – поляризационный светоделитель для разделения опорного и дублирующего квантовых импульсов;

14 – вторая ВОЛЗ для совмещения по времени опорного и дублирующего квантовых импульсов;

15 – второй вращатель плоскости поляризации на $\pi/2$ для обеспечения равенства состояний поляризации опорного и дублирующего импульсов;

16 – второй ВОФМ для фазового кодирования состояния дублирующего квантового импульса;

17 – третий контроллер поляризации для контроля и управления поляризацией дублирующего квантового импульса вдоль одной оси;

18 – направленный волоконный ответвитель X-типа для интерференции опорного и дублирующего квантовых импульсов;

19 – третья ВОЛЗ для задержки бита «1» относительно бита «0»;

20 – волоконно-оптический сумматор для объединения разнесённых по времени бит «1» и «0»;

21 – регистратор ключа для последовательного по времени приёма бит «1» или «0»;

22 – электронный блок стробирования для подавления импульсов темного тока фотодетектора в регистраторе ключа.

Принимается, что внутри оптического однофотонного передатчика на станции Алиса и оптического однофотонного приёмника на станции Боб применяется одномодовое оптическое волокно, сохраняющее состояние поляризации.

В структурной схеме системы КРК не показаны подсистема синхронизации и блок управления с модулем стробирования регистратора ключа, а также канал общего пользования для сравнения переданных и полученных квантовых состояний фотонов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Румянцев К.Е. Системы квантового распределения ключа: монография. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2011. – 264 с.
2. Ruyantsev K.E., Golubchikov D.M. Modeling of Quantum Key Distribution System for Secure Information Transfer // Nanotechnology: Concepts, Methodologies, Tools, and Application. – 2014. – Vol. 2-3, February 28. – P. 811-840.
3. Ruyantsev K.E., Golubchikov D.M. Modeling of Quantum Key Distribution System for Secure Information Transfer: Chapter 15 // In the book «Integrated Models for Information Communication Systems and Networks: Design and Development». IGI Global (USA), 2013. – P. 314-342.
4. Румянцев К.Е., Голубчиков Д.М. Квантовая связь и криптография: учеб. пособие. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2009. – 122 с.
5. Румянцев К.Е. Квантовая коммуникация: теория, эксперименты, приложения // В кн. «Информационно–телекоммуникационные и компьютерные технологии, устройства и системы в Южном федеральном университете: монография / под ред. И.А. Каляева, А.П. Кухаренко. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2010. – С. 213-247.
6. Bennett C. Quantum cryptography using any two non-orthogonal states // Physical Review Letters. – 1992. – Vol. 68. – P. 3121-3124.
7. Bennett C., Brassard G. Quantum cryptography: Public key distribution and coin tossing // Proceedings of IEEE international conference on computers, systems and signal processing, Bangalore, India. – New York: Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1984. – P. 175-179.
8. Townsend P.D., et al. Single photon interference in 10 km long optical Fiber interferometer // Electronics Letters. – 1993. – Vol. 29, No. 7. – P. 634-635.
9. Marand C. et al. Quantum Key Distribution over Distances as Long as 30 km // Optical Letters. – 1995. – Vol. 20, No. 16. – P. 1695.
10. Stucki D. et al. Quantum key distribution over 67 km with a plug & play system // New J. Phys. – 2002. – 4, July. – P. 41.
11. First Commercial Quantum Cryptography System // 3.11.2003. – URL: [www.magiqtech.com \(magiq_navajo_launch.pdf\)](http://www.magiqtech.com/magiq_navajo_launch.pdf).
12. Tomita A. et al. Recent Progress in Quantum Key Transmission // NEC J. of Advanced Tech. – Vol. 2, No.1. – P. 84-91.

П.Д. Миронова

**СИНХРОНИЗАЦИЯ СТАНЦИЙ СИСТЕМЫ КВАНТОВОГО
РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КЛЮЧА НА ОСНОВЕ ПОРОГОВОГО ТЕСТА
ДЛЯ ОТСЧЕТОВ СО СМЕЖНОЙ ПАРЫ ВРЕМЕННЫХ СЕГМЕНТОВ**

Руководитель – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой информационной безопасности телекоммуникационных систем К.Е. Румянцев

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Одной из важных характеристик при передаче данных в системах связи является безопасность передаваемой информации. Для достижения конфиденциальности информации используются различные оптические системы передачи, шифрование. Однако с развитием последних стремительно развиваются также методы несанкционированного доступа и внесения помех в системы передачи. Поэтому в настоящее время активно развиваются исследования в области квантовых систем связи, в том числе систем квантового распределения ключа (КРК). Последние обеспечивают повышенную безопасность передаваемых данных. В состав системы КРК входят приемопередающая и кодирующая станция. Для обеспечения эффективной работы станций необходима их точная синхронизация. Временная синхро-

низация обеспечивается подсистемами синхронизации, являющимися составными частями системы КРК. Отметим, что несовершенство синхронизации может вызывать существенное ухудшение эффективности системы КРК в целом.

В существующих на сегодняшний день коммерческих решениях КРК ID Quantique Clavis300 Quantum Cryptography Platform и MagiQ QPN 5505 синхронизация станций осуществляется на многофотонном уровне, что упрощает несанкционированный доступ злоумышленнику [2, 8–10]. Одним из способов повышения защищенности системы КРК является передача сигнала на однофотонном уровне (примерно 0,1 фотона на импульс) [3, 4].

Известны алгоритмы синхронизации, предполагающие разбиение временного кадра, равного по длительности периоду следования оптических импульсов T_s , на временные сегменты, длительность которых много больше длительности синхроимпульса $\tau_w \gg \tau_s$ [5–7]. За сигнальный сегмент принимался сегмент с наибольшим числом зарегистрированных фотонов.

Другим известным алгоритмом синхронизации является алгоритм, также предусматривающий разбиение временного кадра длительностью T_s на временные сегменты, однако длительность каждого сегмента равна длительности синхроимпульса $\tau_w = \tau_s$ [1]. Вследствие соизмеримости длительностей временного сегмента и синхроимпульса при поиске последнего необходимо анализировать временные сегменты попарно из-за высокой вероятности нахождения синхроимпульса на стыке двух смежных временных сегментов. При поиске синхроимпульса применяется пороговый тест, т.е. за сигнальную принимается пара временных сегментов, число зарегистрированных отсчетов в которой (однофотонных импульсов и импульсов темнового тока) превышает заданный пороговый уровень. В работе [1] рассмотрено распределение отсчетов однофотонных импульсов (ОФИ) и импульсов темнового тока (ИТТ) согласно модели Пуассона и модели Гаусса. При ориентации на нормальное распределение вероятность пропуска сигнальной пары сегментов выше, чем при ориентации на распределение Пуассона. В то же время аппроксимация статистики сигнала моделью Гаусса дает значение порога на 3-4 единицы ниже реально требуемого уровня (согласно модели Пуассона). Результаты исследования указывают на целесообразность использования аппроксимации статистики сигнала моделью Гаусса при необходимости экспресс-расчета вероятности обнаружения сигнальной пары временных сегментов. Однако для высокой точности расчетов необходимо использовать аппроксимацию моделью Пуассона [1].

Полученные аналитические выражения вероятностных и временных характеристик позволили выработать методику расчета параметров цифровой и аналоговой аппаратуры обнаружения синхросигнала на основе анализа суммы отсчетов со смежной пары временных сегментов с пороговым уровнем [1]. Так, при использовании цифровой аппаратуры обнаружения синхросигнала происходит увеличение времени вхождения в синхронизм станций системы КРК на 11,7%, по сравнению с аналоговой аппаратурой.

При исследовании алгоритмов синхронизации станций системы КРК необходимо также учитывать дисперсионные и поляризационные свойства волоконно-оптической линии связи (ВОЛС) и оптоэлектронных элементов. Для систем КРК на одномодовых оптических волокнах дисперсия определяется генерацией фотонов в диапазоне длин волн. Данная хроматическая дисперсия обусловлена зависимостью от длины волны показателя преломления, а следовательно, и скорости распространения фотона в ВОЛС. Фотоны, одновременно генерируемые оптическим передатчиком, но имеющие разные длины волн, достигают конца волокна с различными задержками по времени. Таким образом, хроматическая дисперсия приводит к необходимости регистрации квантового импульса в более широком временном интервале. В работе [11] показано, что учет дисперсионных свойств ВОЛС не требует изме-

нений в структуре аппаратуры синхронизации. Однако изменяются требования к выбору момента начала действия и длительности импульса стробирования. Причём длительность импульса стробирования из-за хроматической и поляризационной модовой дисперсий возрастает в рассмотренном примере более чем в 64 раза.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Миронов Я.К., Миронова П.Д., Румянцев К.Е.* Исследование характеристик алгоритма синхронизации системы квантового распределения ключа на основе сравнения числа отсчетов со смежной пары временных окон с пороговым уровнем // Сб. докладов II Всероссийской научной конференции (с приглашением зарубежных ученых). – 2020. – С. 219-226.
2. *Румянцев К.Е., Рудинский Е.А.* Исследование подсистемы синхронизации системы квантового распределения ключа QPN 5505 // Информатизация и связь. – 2018. – № 4. – С. 12-17.
3. *Румянцев К.Е., Плёнкин А.П.* Синхронизация системы квантового распределения ключа при использовании фотонных импульсов для повышения защищённости // Известия ЮФУ. Технические науки (Izvestiya SFedU. Engineering sciences). – 2014. – № 8. – С. 81-96.
4. *Румянцев К.Е., Плёнкин А.П.* Синхронизация системы квантового распределения ключа в режиме однофотонной регистрации импульсов для повышения защищённости // Радиотехника. – 2015. – № 2. – С. 125-134.
5. *Румянцев К.Е.* Системы квантового распределения ключа: монография. Таганрог: Издательство ТТИ ЮФУ, 2011, 264 с.
6. *Румянцев К.Е.* Синхронизация в системе квантового распределения ключа с автоматической компенсацией поляризационных искажений // Телекоммуникации. – 2017. – № 2. – С. 32-40.
7. *Румянцев К.Е., Плёнкин А.П.* Синхронизация системы квантового распределения ключа при использовании фотонных импульсов для повышения защищённости // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2014. – № 8. – С. 81-96.
8. *Gerhardt I., Liu Q., Lamas-Linares A., Skaar J., Kurtsiefer C., and Makarov V.* Full-field implementation of a perfect eavesdropper on a quantum cryptography system // Nat. Commun. 2. – 2011.
9. *Lydersen L., Wiechers C., Wittmann C., Elser D., Skaar J., Makarov V.* Hacking commercial quantum cryptography systems by tailored bright illumination // Nature Photonics. – 2010. – Doi:10.1038/nphoton.2010.214.
10. *Plyonkin A., Rumyantsev K.* Preliminary stage synchronization algorithm of auto-compensation quantum key distribution system with an unauthorized access security // Proceeding of the 15th International Conference on Electronics, Information, and Communication 2016 (ICEIC 2016). – 2016. – P. 1-4. – Doi: 10.1109/ELINFOCOM.2016.7562955.
11. *Rumyantsev K.E., Linenko P.D., Shakir H.H.-Sh.* Evaluation of the Influence of the Dispersion Properties of a Fiber-Optic Line on the Efficiency of an Algorithm for Single-Photon Synchronization of Quantum Key Distribution System (2019) // Conference Proceedings - 2019 Radiation and Scattering of Electromagnetic Waves, RSEMW 2019. – P. 392-395. – Doi: 10.1109/RSEMW.2019.8792769.

Я.К. Миронов

СИНХРОНИЗАЦИЯ СТАНЦИЙ СИСТЕМЫ КВАНТОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КЛЮЧА С ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫМ ОПРОСОМ УЧАСТКОВ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОЙ ЛИНИИ С УБЫВАЮЩЕЙ ДЛИНОЙ

Руководитель – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой информационной безопасности телекоммуникационных систем К.Е. Румянцев

Южный федеральный университет, г. Таганрог

В настоящее время уделяется особое внимание конфиденциальности передаваемой информации в системах передачи данных. Обеспечение секретности данных обеспечивается путем применения шифрования данных. Однако традиционные системы передачи и методы шифрования не обеспечивают уже необходимой

уровень безопасности из-за совершенствования методов несанкционированного доступа злоумышленниками. Отличным от указанных недостатков является использование систем квантовой связи, в том числе систем квантового распределения ключа (КРК), обеспечивающих повышенную защищенность передаваемых данных. Для стабильной и высокоэффективной работы систем КРК необходима точная и стабильная синхронизация приемопередающей и кодирующей станций, входящих в систему КРК.

Известны коммерческие системы КРК производителей ID Quantique (например, Cerberis3 QKD System, Clavis300 Quantum Cryptography Platform) и MagiQ (например, QPN 5505). Синхронизация станций в данных коммерческих решениях производится в многофотонном (токовом) режиме, что упрощает несанкционированный доступ злоумышленнику к системе [2, 5, 6, 10]. Таким образом, разработка алгоритма синхронизации станций системы КРК с обеспечением повышенной безопасности передаваемых данных является актуальной задачей.

Один из способов повышения безопасности системы КРК при сохранении стабильной и точной синхронизации станций является синхронизация последних на однофотонном уровне (обычно, уровень излучения составляет примерно 0,1 фотона на импульс) [3, 4]. Однако вследствие низкого уровня излучения и наличия шумовых импульсов в системе, в том числе импульсов темнового тока (ИТТ), вероятность ошибки синхронизации растет.

Известны алгоритмы синхронизации станций без разбиения временного кадра, равного по длительности периоду следования оптических импульсов T_s , на временные окна [11, 12]. Такие алгоритмы обеспечивают снижение времени вхождения в синхронизм станций. Однако применение указанных алгоритмов целесообразно только при малых протяженностях волоконно-оптических линий связи (ВОЛС), что значительно ограничивает область применения систем КРК [1].

Для увеличения протяженности ВОЛС предложен алгоритм синхронизации станций системы КРК, предполагающий разбиение ВОЛС на N участков, причем протяженность каждого последующего участка меньше предыдущего. Уменьшение протяженности с увеличением номера участка ВОЛС характеризует уменьшение длительности анализа $\tau_{L,j,mid}$ от участка к участку и, следовательно, уменьшение среднего числа ИТТ $n_{DCR,j,mids}$ причем отношение средних чисел сигнальных фотонов $n_{s,j,mid}$ к ИТТ практически постоянно на протяжении всех участков ВОЛС, что обеспечивает выигрыш алгоритма в вероятности ошибки синхронизации [7]. Основным преимуществом данного алгоритма синхронизации, при котором временной кадр разбивается на неравномерные участки, является значительное уменьшение влияния ИТТ. Следовательно, увеличивается отношение сигнал/шум и, как следствие, расстояние передачи, на котором гарантируется вхождение в синхронизм приемопередающей и кодирующей станций в системе КРК. Пусть подсистема синхронизации с последовательным опросом участков ВОЛС выполнена на основе одномодового оптического волокна Corning SMF-28e с погонным затуханием $\alpha_{OF}=0,20$ дБ/км и показателем преломления оптического излучения в сердцевине $n_{OF}=1,4682$. Частота генерации ИТТ принята равной $\zeta_{DCR}=6$ Гц, что соответствует применению однофотонного лавинного фотодиода id210-SFM-C (Standard) при квантовой эффективности фотокатода 10 %. Параметры разбиения ВОЛС на участки приведены в табл. 1.

Таблица 1

Параметры разбиения ВОЛС на участки

Номер участка j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Граница участка, км	26,5	40,4	49,6	56,3	61,6	65,9	69,5	72,7	75,5	78,0
Длина участка, км	26,5	14,0	9,2	6,7	5,3	4,3	3,7	3,2	2,8	2,5
$n_{s,j,mid}$	0,030	0,016	0,010	0,007	0,006	0,005	0,004	0,004	0,003	0,003
$\tau_{L,j,mid}$	259	136	90	66	52	42	36	31	27	24
$n_{DCR,j,mid}$	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$8,2 \cdot 10^{-4}$	$5,4 \cdot 10^{-4}$	$3,9 \cdot 10^{-4}$	$3,1 \cdot 10^{-4}$	$2,5 \cdot 10^{-4}$	$2,1 \cdot 10^{-4}$	$1,9 \cdot 10^{-4}$	$1,76 \cdot 10^{-4}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$

Синхронизация станций КРК проходит в два этапа: этап опроса и этап тестирования. На этапе опроса последовательно анализируются участки ВОЛС на наличие сигнальных фотонов в них. При регистрации фотона в j -ом участке ВОЛС аппарата переходит в режим тестирования, при котором повторный опрос фотодетектора производится в интервале действия импульса стробирования длительностью τ_{strob} . Повторная регистрация фотона в анализируемом участке подтверждает его наличие, следовательно, синхронизация станций считается успешной. Определены вероятностные, временные и энергетические характеристики предлагаемого алгоритма [8], позволяющие провести процесс моделирования предлагаемого алгоритма.

Один из способов оценки времени вхождения в синхронизм приемопередающей и кодирующей станций КРК состоит в использовании графоаналитического метода, при котором составляются диаграммы состояний и переходов для алгоритма поиска фотона. В ходе анализа графоаналитическим методом получены аналитические выражения для нахождения вероятности обнаружения фотонного импульса и дисперсии числа шагов для вхождения в синхронизм станций. Анализ полученных результатов показал, что по сравнению с алгоритмом-аналогом, предложенный алгоритм выигрывает более чем в 3 раза по времени вхождения в связь станций. Полученные результаты указывают на возможность увеличения дальности связи при обеспечении вероятности ошибки синхронизации на уровне 0,01 [9].

Таким образом, разбиение ВОЛС на участки с убывающей длиной позволяет повысить вероятность синхронизации станций при достаточной протяженности линии связи (более 20 км).

Благодарности: Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-37-90040.

Acknowledgments: The reported study was funded by RFBR, project number 20-37-90040.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Миронов Я.К., Румянцев К.Е. Формулирование требований к протяжённости волоконно-оптической линии при внедрении двухэтапного алгоритма синхронизации в системе квантового распределения ключа // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2019. – № 5 (207). – С. 6-16.
2. Румянцев К.Е., Рудинский Е.А. Исследование подсистемы синхронизации системы квантового распределения ключа QPN 5505 // Информатизация и связь. – 2018. – № 4. – С. 12-17.
3. Румянцев К.Е., Плёткин А.П. Синхронизация системы квантового распределения ключа при использовании фотонных импульсов для повышения защищённости // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2014. – № 8. – С. 81-96.

4. Румянцев К.Е., Плёнкин А.П. Синхронизация системы квантового распределения ключа в режиме однофотонной регистрации импульсов для повышения защищённости // Радиотехника. – 2015. – № 2. – С. 125-134.
5. Gerhardt I., Liu Q., Lamas-Linares A., Skaar J., Kurtsiefer C., and Makarov V. Full-field implementation of a perfect eavesdropper on a quantum cryptography system // Nat. Commun. 2. – 2011.
6. Lydersen L., Wiechers C., Wittmann C., Elser D., Skaar J., Makarov V. Hacking commercial quantum cryptography systems by tailored bright illumination // Nature Photonics. – 2010. – Doi: 10.1038/nphoton.2010.214.
7. Mironov Y.K., Rumyantsev K.E. Single-Photon Algorithm for Synchronizing the System of Quantum Key Distribution with Polling Sections of a Fiber-Optic Line // Futuristic Trends in Networks and Computing Technologies. – 2020. – P. 87-97. – Doi: https://doi.org/10.1007/978-981-15-4451-4_8.
8. Mironov Y., Mironova P., Rumyantsev K. Characteristics of a two-stage synchronization algorithm in the system of quantum key distribution with dividing a fiber-optic line into sections with decreasing length // ACM International Conference Proceeding Series. – 2020. – Paper №3433596. – P. 1-5. – Doi: 10.1145/3433174.3433595.
9. Mironov Y.K., Mironova P.D., Rumyantsev K.E. Methodology for calculating the average time of entry into synchronism of stations of the system of quantum key distribution with sequential polling of fiber-optic line sections with decreasing length by the graphic-analytical method // E3S Web of Conferences. – 2020. – Vol. 224. – P. 1-9. – Doi: 10.1051/e3sconf/202022401032.
10. Pljonkin A., Rumyantsev K. Preliminary stage synchronization algorithm of auto-compensation quantum key distribution system with an unauthorized access security // Proceeding of the 15th International Conference on Electronics, Information, and Communication 2016 (ICEIC 2016). – 2016. – P. 1-4. – Doi: 10.1109/ELINFOCOM.2016.7562955.
11. Plenkin A., Rumyantsev K., Rudinsky E. Comparative analysis of single-photon synchronization algorithms in the quantum key distribution system // Proceedings of IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS). – 2017. – P. 1-5. – Doi: 10.1109/EWDTS.2017.8110047.
12. Rumyantsev K.E., Rudinsky E.A. Time synchronization method in quantum key distribution system with automatic compensation of polarization distortions // Proceedings of the 2nd International Conference on Multimedia and Image Processing (ICMIP). – 2017. – P. 346-349. – Doi: 10.1109/ICMIP.2017.68.

И.Ш. Ахаладзе, С.В. Кравцов

**СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ
ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОБЪЕМНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

Руководитель – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой информационной безопасности телекоммуникационных систем К.Е. Румянцев

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Получение объёмных изображений окружающей обстановки и наблюдаемого объекта необходимо для эффективного решения большого количества задач из разных сфер жизни: от логистики, например, автономная навигация транспортных средств и мобильных роботов, до информационной безопасности, например, идентификации личности посредством распознавания лица. Результаты процесса создания трехмерных моделей объектов (далее, 3D-визуализация) различаются в зависимости от выбранных методов и средств аппаратной и программной реализации систем технического зрения [1, 2].

Основные технологии получения объёмного изображения:

- ◆ Стереоскопическое зрение.
- ◆ Структурированный свет.

- ◆ Камеры светового поля.
- ◆ Лидары.
- ◆ Времяпролетные камеры.

Системы на основе стереоскопического зрения используют несколько камер, объединенных в стереопару, схема работы приведена на рис. 1. Алгоритм работы при таком подходе включает в себя: сбор изображения на каждой из камер, калибровку камер, калибровку стереопары, устранение дисторсии на изображениях, ректификация изображений. Заключительным шагом является построение карты глубины (или карты диспаратностей) по изображениям.

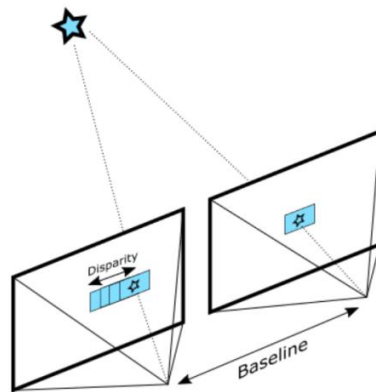


Рис. 1. Схема работы стереоскопической системы технического зрения

К достоинствам данного подхода можно отнести дешевизну аппаратной части, поскольку нужны только камеры, цена которых со временем снижается, а качество увеличивается, тем самым также увеличивается разрешение получаемого изображения. Данный подход отлично себя показывает при съемке изображения на улице. Программная реализация при таком подходе требует больших трудозатрат. При отсутствии контрастности текстуры увеличиваются шумы на карте глубин. Мелкие объекты или части объектов плохо определяются, и теряются на карте.

Системы структурированного света состоят из камеры и проектора, которые устанавливаются рядом. С помощью проектора создаются горизонтальные и вертикальные полосы. Камера и проектор должны быть откалиброваны. Поскольку камера несколько смещена относительно проектора, то и проецируемые полосы будут смещены пропорционально расстоянию до объектов. С помощью программной части измеряется данное смещение, через которое рассчитывается расстояние до объектов. Схема работы камер на основе структурированного света приведена на рис. 2. Данный подход является относительно недорогим в реализации. Примером камер, использующих подход, основанный на структурированном свете, является MS Kinect [4]. Карта глубины получается достаточно шумной, и ее необходимо дополнительно обрабатывать на программном уровне. Также данный подход часто реализуют в мобильных телефонах для идентификации личности посредством распознавания лица, когда одновременно используется камера и инфракрасный сенсор. Недостаткам данной реализации являются: засвечивание солнцем сенсора, отражение инфракрасного света от лаковых и глянцевых покрытий, помехи при съемке объекта двумя и более камерами [7].

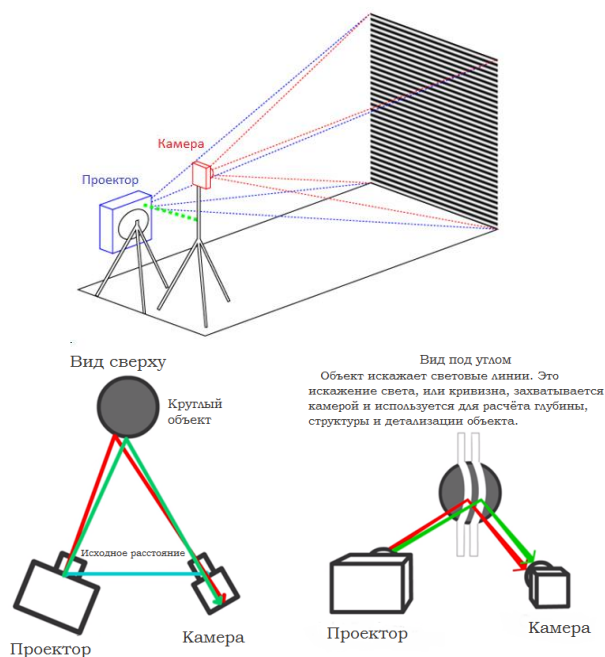


Рис. 2. Схема работы камер на основе структурированного света

Камеры светового поля используют массивы микролинз, расположенных перед камерой, для фиксации в каждой точке не цвета пикселя, а двумерного массива световых лучей, для получения четырехмерного изображения. С помощью данной технологии воссоздается картина распределения освещенности в любой из сопряженных фокальных плоскостей, следовательно, нет нужды в фокусировке, все промежуточные изображения объединяются в один файл. Сами камеры не выполняют никакой внутренней обработки, вся обработка происходит на графическом процессоре. Данный подход отличается очень большой стоимостью реализации, как аппаратной части, так и программной части продукта. При этом точность съемки является низкой, а в условиях слабого освещения качество кадра также уменьшается [6]. Кроме того, реализация камер светового поля не отличается компактностью. Компания Lytro, приобретенная компанией Google, представила свою разработку Lytro Cinema, камеру светового поля с разрешением 755 мегапикселей и скоростью съемки 300 кадров в секунду [5]. Новый формат является как необходимым преимуществом, так и недостатком, поскольку при конвертации изображения в распространенные форматы появляются шумы.

Лидары выполняют функцию обнаружения, идентификации и определения дальности с помощью света, и являются по сути световыми радарными. Эту технологию первыми начали использовать в военной сфере. Принцип работы лидара приведен на рис. 3. Изначально лидары представляли собой вращающиеся в несколько оборотов в секунду устройства с вертикально расположенными лазерами. Данный метод направления лазерных лучей не является надежным, в виду движущихся частей. Поэтому были разработаны альтернативные подходы реализации лидаров, такие как:

- ◆ Механический сканирующий лидар. В данном подходе используется всего один лазер, зеркало для перенаправления лазерного луча и микроэлектромеханическая система для управления зеркалом.

♦ Активная фазированная антенная решетка. В данном подходе используются излучатели, для изменения направления лазерного луча, подстраивая относительную фазу сигнала между соседними передатчиками.

♦ Лидар на основе вспышек. В данном подходе используется один широкоугольный лазер, для подсвечивания всей области сразу.

Лидары имеют высокую точность и стабильно работают при солнечном свете. Недостатком данной технологии можно считать низкую частоту кадров, низкое разрешение и высокое энергопотребление [3].



Рис. 3. Принцип работы лидара

Времяпролетные камеры (time-of-flight camera, далее ToF камера) базируются на импульсном время-пролетном принципе, то есть определяют дальность через скорость света, измеряя время пролёта светового сигнала, испускаемого камерой, и отражённого каждой точкой получаемого изображения. ToF камера состоит из встроенного источника света и объектива, а также ToF сенсора. Принцип работы ToF камеры приведен на рис. 4. Очевидным преимуществом таких камер является их компактность и отсутствие движущихся деталей. Такие камеры широко используются в автономной мобильной робототехнике и распознавании жестов. ToF камеры являются лучшими в съемке режима реального времени, а также могут снимать на достаточно большом расстоянии до объекта. Недостатком таких камер является слабое разрешение и качество съемки при солнечном свете [8].

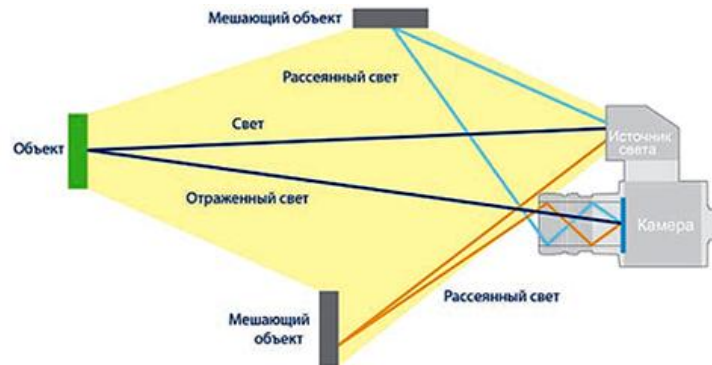


Рис. 4. Принцип работы ToF камеры.

Такое количество различных развивающихся технологий 3D-визуализации и участие в этом развитии крупнейших IT-компаний мира, еще раз подчеркивает актуальность и целесообразность исследований в этой сфере. Каждая технология получения объемных изображений имеет как свои преимущества, так и недостатки, которые базируются на используемых физических принципах реализации данных подходов. В табл. 1 приведено сравнение различных технологий 3D-визуализации по критериям.

Сравнение технологий 3D-визуализации должно проводиться только для решения какой-либо конкретной задачи. Поскольку, имея различные исходные данные и требования к полученным результатам, необходимые для эффективного решения задачи, выбор технологии зачастую будет отличаться. Например, если необходимая сцена съемки находится в условиях хорошей солнечной освещенности, то использования камер на основе структурированного света или времяпролетных камер является нерациональным решением, но если освещение слабое, то это решение будет являться вполне эффективным.

Таблица 1

Сравнение различных технологий 3D-визуализации

Критерий	Стереоскопическое зрение	Структурированный свет	Камера светового поля	Лидары	Времяпролетные камеры
Разрешение	Сцена зависимое	Среднее	Сцена зависимое	Низкое	Низкое
Точность	Низкая	Средняя	Низкая	Высокая	Средняя
Сложность программного обеспечения	Высокая	Средняя	Высокая	Низкая	Низкая
Съемка в режиме реального времени	Средняя	Средняя	Средняя	Низкая	Высокая
Стоимость материалов	Низкая	Средняя	Высокая	Средняя	Средняя
Качество съемки при слабой освещенности	Слабая	Хорошая	Слабая	Хорошая	Хорошая
Качество съемки при солнечном свете	Хорошая	Слабая	Хорошая	Хорошая	Слабая
Расстояние до объекта съемки	Среднее	Среднее	Среднее	Большое	Большое

Проведя систематизацию и сравнивая различные технологии 3D-визуализации, становится очевидным, что следующим шагом в области получения объемных изображений должен быть подход, использующий комбинацию технологий, приведенных в данной статье. Используя сильные стороны одного подхода можно сгладить недостатки другого. При этом это может быть использована одновременная комбинация более чем двух технологий 3D-визуализации.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант 18-08-01324_а.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Времяпролетный метод: современное состояние развития ToF-технологии и ее применение в 3D-системах. Мартин Граматке. – URL: <http://secuteck.ru/articles2/videonabl/vremyaproletnyy-metod-sovremennoe-sostoyanie-razvitiya-tof-tehnologii-i-ee-primenenie-v-3d-sistemah> (дата обращения: 01.03.2021).

2. 3D-технологии в системах машинного зрения. – URL: <https://www.baslerweb.com/ru/vision-campus/tehnologii-kamer/3d-tehnologija/> (дата обращения: 01.03.2021).
3. An Introduction to LIDAR: The Key Self-Driving Car Sensor. Oliver Cameron. – <https://news.voyage. auto/an-introduction-to-lidar-the-key-self-driving-car-sensor-a7e405590cff> (дата обращения 01.03.2021).
4. Azure Kinect DK. – URL: <https://azure.microsoft.com/ru-ru/services/kinect-dk/> (дата обращения: 01.03.2021).
5. Lytro Illum – новое поколение камер светового поля. – URL: <https://www.ixbt.com/digimage/lytro-illum.shtml> (дата обращения: 01.03.2021).
6. Raytrix 3D light-field camera technology. – URL: https://raytrix.de/technology/#av_section_3 (дата обращения: 01.03.2021).
7. Structured Light 3D Scanning. – URL: <https://www.instructables.com/id/Structured-Light-3D-Scanning/> (дата обращения: 01.03.2021).
8. Time-of-Flight Camera – An Introduction. LarryLi. – URL: <https://www.ti.com/lit/wp/sloa190b/sloa190b.pdf> (дата обращения: 01.03.2021).

О.П. Скачко, А.И. Олейникова, И.В. Гладких

**МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ КВАНТОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ
КЛЮЧЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ФРЕЙМВОРКОВ
ДЛЯ ОБМЕНА ДАННЫМИ В СЕТИ ИНТЕРНЕТ**

Руководитель – д.т.н., заведующий кафедрой информационной безопасности
телекоммуникационных систем К.Е. Румянцев

Южный федеральный университет, г. Таганрог

В современном мире проблема защиты данных в сети Интернет стоит достаточно остро. В настоящее время активно развиваются технологии, растут вычислительные мощности компьютеров, увеличивается количество услуг и данных, передаваемых по сети, целые компании и международные организации ведут свою деятельность через Интернет. Даже небольшие утечки данных могут повлечь за собой значительные потери денежных средств со счетов клиентов и фирм, и средств, требуемых для восстановления дееспособности компании или программных продуктов. В связи с этим возникает необходимость в применении принципиально новых и перспективных способов защиты данных. Одним из таких направлений является квантовая криптография.

Квантовая криптография давно и прочно заняла достойное место среди систем, которые позволяют обеспечить надежную конфиденциальную передачу данных. Безопасность работы систем квантового распределения ключей основана на законах квантовой механики. Попытка произвести измерения в квантовой системе искажает её состояние, а полученная в результате такого измерения информация не полностью соответствует состоянию системы до начала измерений. Попытка перехвата информации из квантового канала связи неизбежно приводит к внесению в него помех, обнаруживаемых легальными пользователями [1–3]

Для каждой системы квантового распределения ключей (КРК) существует свое программное обеспечение (ПО), позволяющее на компьютере получать и передавать зашифрованные ключи. Однако для обычного пользователя это может вызывать определенные сложности, так как данное ПО и сами системы достаточно сложны в установке и настройке, и помимо этого после получения ключей необходимо при помощи них шифровать данные в своих программных продуктах, интернет-магазинах, которые используются в сети Интернет. Возникает необходимость в создании и разработке фреймворка, который бы позволял связывать и

встраивать работу систем СКРК в работу своих программ и ИТ-продуктов. Проведенный анализ существующих WEB-технологий выявил, что одним из наиболее популярных и используемых языков программирования для разработки WEB-приложений является JavaScript (JS) [4]. Среди наиболее активно развивающихся и используемых фреймворков и библиотек можно выделить следующие: Angular, React и Vue.js [5].

Данные инструменты предлагают достаточно быстро создавать надежные и масштабируемые WEB-приложения любой сложности. Активное развитие JavaScript предоставляет возможность также разрабатывать сервера на основе программной платформы Node.js, позволяющая JS взаимодействовать с устройствами ввода-вывода через свой API. Также в настоящее время существует платформа React Native для разработки мобильных приложений на JS.

Схема обмена зашифрованной информацией с использованием СКРК показана на рис. 1.

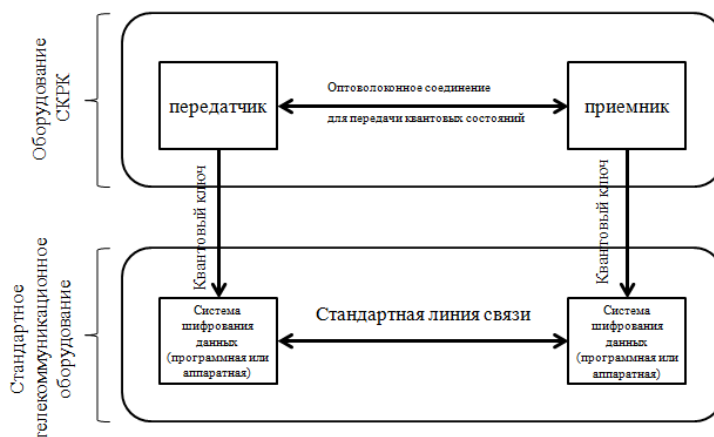


Рис. 1. Схема обмена зашифрованной информацией с использованием СКРК

При разработке архитектуры фреймворка важно понимание работы СКРК, для этих целей необходимо использовать более детальную схему, представленную на рис. 2 [1, 6].

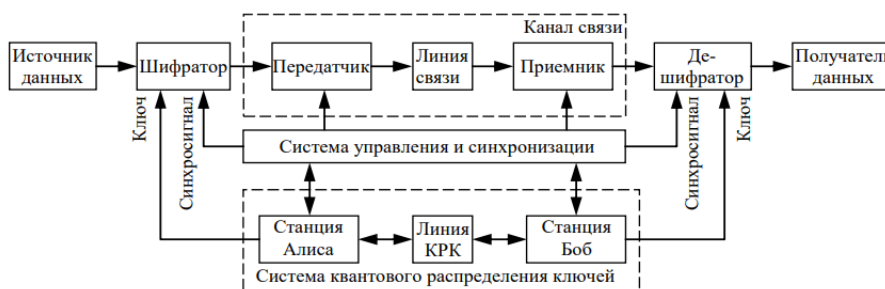


Рис. 2. Программно-аппаратный комплекс для передачи конфиденциальной информации с системами синхронизации и КРК

При разработке собственного фреймворка очень важно учитывать параметры реальных систем, учесть все особенности и адаптировать их под тот или иной программный продукт, сделав данную программную платформу более универсальной.

Моделирование и расчет системы КРК начинается с создания в пакете Matlab программного обеспечения для компьютерного моделирования системы квантового распределения ключа.

В процессе моделирования СКРК необходимо решать следующие задачи:

- ◆ Наиболее полно описать все основные параметры узлов системы.
- ◆ Учесть все возмущающие факторы, которые могут исказить передаваемую информацию.
- ◆ Реализовать возможность внесения изменений в параметры узлов проектируемой системы.

Все полученные результаты имеют решающее значение при проектировании фреймворка.

В модель закладываются реальные параметры функциональных узлов СКРК. Все параметры функциональных узлов удобнее всего выводить в виде расчетов и графиков. Примеры форм вывода при работе в Matlab представлены на рис. 3 и 4.

Параметры первой полуволновой фазовой пластины
 Модель полуволновой пластины: Фирма Тидекс
 Номинальный коэффициент передачи полуволновой пластины 0.90
 Среднее число фотонов в фотонном импульсе на выходе полуволновой пластины 0.189
 Вероятность отсутствия фотонов в фотонном импульсе на выходе полуволновой пластины 0.8279
 Вероятность появления одного фотона в фотонном импульсе на выходе полуволновой пластины 0.1564
 Вероятность появления двух фотонов в фотонном импульсе на выходе полуволновой пластины 0.1564
 Вероятность появления хотя бы одного фотона в фотонном импульсе на выходе полуволновой пластины 0.1721
 Угол изменения направления поляризации полуволновой пластиной 1.57 радиан 90.00 градусов
 Направление поляризации фотонов на выходах полуволновой пластины 1.57 радиан 90.00 градусов
 Сдвиг фазы полуволновой пластиной 0.00 радиан 0.00 градусов
 Фаза фотонов на выходе полуволновой пластины 0.00 радиан 0.00 градусов
 Время задержки фотона полуволновой пластиной 0.00 нс
 Момент появления фотонного импульса на выходе полуволновой пластины 0.00 нс

Рис. 3. Пример расчета параметров узлов СКРК в Matlab

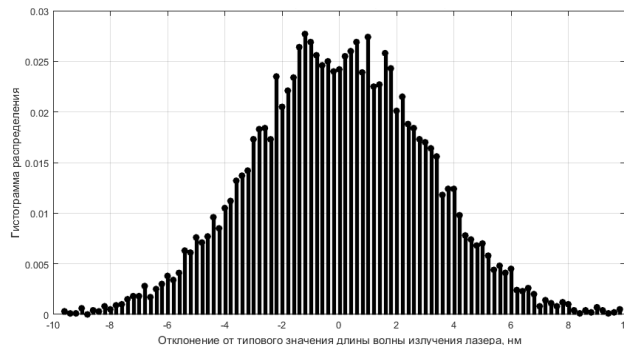


Рис. 4. Гистограмма отклонения от типового значения длины волны излучения лазера

Таким образом разработка собственного фреймворка (библиотеки), основанного на JS, позволяет объединить в себе несколько технологий и использовать системы КРК более удобно и просто в мобильных и WEB-приложениях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Плёткин А.П., Румянцев К.Е. Однофотонные приёмники для систем квантового распределения ключей: учеб. пособие. - Ростов-на-Дону; Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2020. – 117 с.
2. Физика квантовой информации: Квантовая криптография. Квантовая телепортация. Квантовые вычисления / под ред. Д. Боумейстера, А. Экерта, А. Цайлингера. – М.: Постмаркет, 2002. – 376 с.

3. Румянцев К.Е., Розова Я.С. Патентно–лицензионная ситуация в области квантовой криптографии // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2011. - Т. 7, № 1. – С. 3-10.
4. PYPL Popularity of Programming Language. – URL: <https://pypl.github.io/PYPL.html> (доступ свободный).
5. Лучшие JavaScript-фреймворки и тенденции веб-разработки в 2021 году. – URL: <https://medium.com/nuances-of-programming/лучшие-javascript-фреймворки-и-тенденции-веб-разработки-в-2021-году-2a35e348a12> (доступ свободный).
6. Румянцев К.Е. Системы квантового распределения ключа: монография. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2011. – 264 с.

Н.Н. Малиновский

**«СИСТЕМА ОБМЕНА АУТЕНТИФИКАЦИОННЫМИ ДАННЫМИ
ПО ОПТИЧЕСКОМУ КАНАЛУ LI–FI»**

Руководитель – к.т.н., доцент кафедры информационной безопасности
телекоммуникационных систем Ю.В. Зачиняев

Южный федеральный университет, г. Таганрог

На сегодняшний день безопасности предприятий с высокой пропускной способностью уделяется особое внимание. В основном это связано с угрозами терроризма, а также возможностью проникновения злоумышленника с целью нарушения, целостности системы безопасности, конфиденциальности персональных данных, нарушение системы учета рабочего времени.

Для обеспечения должного уровня безопасности предприятия на рынке доступно большое количество разнообразных систем контроля и управления доступом (СКУД). СКУД подразумевает передачу данных по открытому или защищенному каналу. Достаточно распространёнными на сегодняшний день являются беспроводные системы на основе гибридных сетей с применением Wi-Fi технологий [1, 3] и протокола ZigBee [2].

На сегодняшний день данная сфера получает широкое развитие, к примеру, по данным аналитической компании Market and Markets данный рынок для автоматизированных парковочных систем вышел на среднегодовой рост в 13,1 %, что позволит ему к 2027 г. достигнуть суммарного объема в 3,6 млрд долларов США (рис. 1).



Рис. 1. Рынок СКУД для автоматизированных парковочных систем

Тем не менее радиоканал не является надежным интерфейсом в СКУД, так как имеет ряд уязвимостей:

- 1) подавление радиочастотного канала;

- 2) sniffing, анализирующий передаваемый трафик;
- 3) модификация данных;
- 4) возможность подключения к сети вне защищаемого объекта.

В качестве альтернативы автором предлагается применение системы обмена аутентификационными данными по оптическому каналу Li-fi. Это высокоскоростная беспроводная коммуникационная технология, использующая видимый свет источников освещения для передачи данных. Li-fi имеет ряд преимуществ перед радиочастотными решениями:

- 1) потенциально более высокая скорость передачи данных;
- 2) затруднение доступа к каналу передачи данных;
- 3) устойчивость к подавлению канала передачи данных.

При разработке системы обмена аутентификационными данными по оптическому каналу Li-fi, стоит обратить внимание на защищенность передаваемой информации и на ее устойчивость к внешним факторам. В связи с этим система должна обладать:

- 1) подсистемой шифрования для обеспечения хранения и защиты информации при ее передаче;
- 2) подсистемой оптических фильтров для уменьшения воздействия света на искажение передаваемой информации;
- 3) подсистемой оповещения о воздействии злоумышленника на приемник с использованием света в видимом спектре (лазер);
- 4) подсистемой синхронизации;
- 5) модулем помехоустойчивого кодирования;
- 6) инженерными решениями, минимизирующими влияния внешних факторов, таких как прямой солнечный свет или туман;
- 7) источниками бесперебойного питания.

Система работает следующим образом (рис. 2). В качестве субъекта доступа на территорию охраняемого объекта выступает автомобиль со светодиодными фарами, используемыми в качестве источника оптического освещения. Приемники оптического освещения, связанные со СКУД расположены непосредственно на линии въезда на охраняемую территорию.

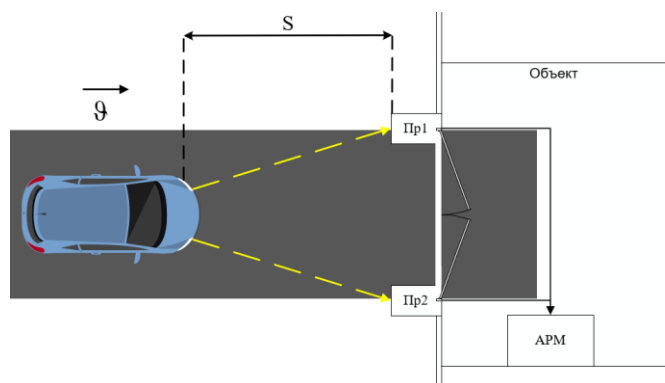


Рис. 2. Реализация нашего решения на предприятии

Транспортное средство движется со скоростью до 20 км/ч на расстоянии 20 метров до въезда, приемные устройства считывают переданный ключ по каналу передачи в видимом свете, после чего ключ сверяется с базой и происходит открытие ворот и соответственно пропуск на территорию предприятия.

На рис. 3 приведена схема передачи информации от транспортного средства, поясняющая принципа работы системы.

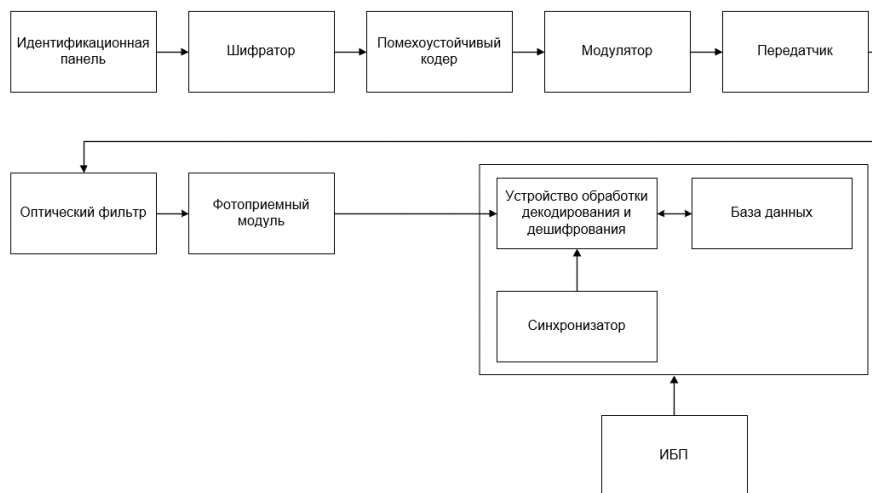


Рис. 3. Схема передачи ключа от транспортного средства к предприятию

Сперва водитель использует свои права в качестве идентификатора пользователя транспортного средства. После считанный ключ шифруется, проходит кодирование для повышения помехоустойчивости, модулируется и излучается через светодиодный блок передатчика, в качестве которого выступают светодиодные фары транспортного средства. Сигнал, прошедший по каналу связи, поступает на приемники, расположенные на боковых створках ворот и оснащенные оптическими фильтрами, ключ вычленяется из общего потока передаваемой информации с применением систем синхронизации и после этого дешифруется. Далее ключ сверяется базой данных. При достоверном ключе транспортному средству предоставляется доступ к объекту.

Для решения поставленных задач планируется:

- 1) применять симметричные методы шифрования;
- 2) использовать оптические фильтры, настроенные на диапазон видимого света, в котором работает наша система;
- 3) разработать помехоустойчивый кодер;
- 4) для минимизации внешних факторов применять защитные конструктивные элементы (бленда, козырек);
- 5) для обеспечения бесперебойной работы системы требуется обеспечить использование источника бесперебойного питания.

По итогу готовый проект сможет обеспечить как защищенность данных о проходящем объекте, так и быстрый, а главное безопасный доступ на защищаемое предприятие, что в свою очередь поможет оптимизировать режим работы контрольно-пропускных пунктов, а также снизить финансовые затраты на них.

В дальнейшем планируется улучшать данную технологию для минимизации возможных уязвимостей, продвигать данный проект на рынке и дорабатывать его под климатические условия разных регионов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Alshaer H., Haas H.* SDN-enabled Li-Fi/Wi-Fi wireless medium access technologies integration framework // 2016 IEEE Conference on Standards for Communications and Networking, CSCN 2016, 7784888, 2016.
2. *Elmangosh N., Ighneiwa I.* Using Li-Fi to improve SCADA communications: Comparative simulated study using OMNet++ // ACM International Conference Proceeding Series, 3410830, 2020.
3. *Wu X., Safari M., Haas H.* Access point selection for hybrid Li-Fi and Wi-Fi networks // IEEE Transactions on Communications. – 2017. – Vol. 65 (12). – С. 5375-5385.
4. *Зачиняев Ю.В., Пливак С.А., Шумилин А.С.* Защищенная телекоммуникационная система на основе технологии связи в видимом диапазоне света с интерфейсом PLC // Инженерный вестник Дона. – 2016. – № 4(43). – С. 48.

В.А. Прудников

**ПРОГРАММНЫЙ ИНСТРУМЕНТ АНАЛИЗА НЕЛИНЕЙНЫХ
ХАРАКТЕРИСТИК КРИПТОГРАФИЧЕСКИХ ПОДСТАНОВОК,
ИСПОЛЬЗУЮЩИЙ МНОГОПОТОЧНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ**

Руководители – к.т.н., доцент кафедры информационной безопасности телекоммуникационных систем С.В. Поликарпов; д.т.н., заведующий кафедрой информационной безопасности телекоммуникационных систем К.Е. Румянцев

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Основным нелинейным элементом в большинстве современных криптоалгоритмов являются криптографические подстановки *s-box* [1]. От ряда характеристик блоков замен зависит устойчивость псевдо-случайных функций к различным видам криптоанализа, в частности к линейному криптоанализу. Из этого следует, что синтез и анализ криптографических подстановок не является тривиальной задачей. При генерации *s-box* необходимо соблюдать множество жестких требований для обеспечения стойкости к статистическим атакам. Существует ряд методов поиска оптимальных таблиц подстановок, для последующего отбора которых необходимо осуществление анализа большого массива блоков замен – более 1000 [2]. Подобные операции требуют наличия высокопроизводительных вычислительных ресурсов для достижения оптимальных временных затрат на решение задачи.

Многопоточные и многопроцессорные системы позволяют использовать параллельные вычисления для анализа характеристик множества криптографических подстановок. Распараллеливание подобных операций существенно ускоряет обработку массива блоков замен, что дает возможность оценить большее число подстановок для повышения точности результатов исследования.

Цель работы – разработка и тестирование программного инструмента, использующего современные многопоточные процессоры для анализа нелинейных характеристик криптографических подстановок.

Линейный криптоанализ [3] – это разновидность статистической атаки, успешным результатом которой является замена нелинейных операций линейным статистическим аналогом с определенной вероятностью, что позволяет определить некоторое секретное значение значительно быстрее, по сравнению с методом полного перебора. Нелинейность блока замены характеризует уменьшение вероятности успешного применения указанной атаки.

Краткий алгоритм работы программного инструмента можно описать следующим образом: определяется число анализируемых таблиц подстановок, которое указывает пользователь; в соответствии с полученным значением определяется

массив, осуществляющий распараллеливание работы программы по потокам процессора, на каждом из которых начинается процесс генерации псевдослучайных взаимно-однозначных подстановок и анализа нелинейных характеристик, в результате вычисляется максимальное расстояние Хэмминга для каждого сгенерированного блока замен; полученные значения записываются в массив, предназначенный для подсчета и хранения итогов анализа.

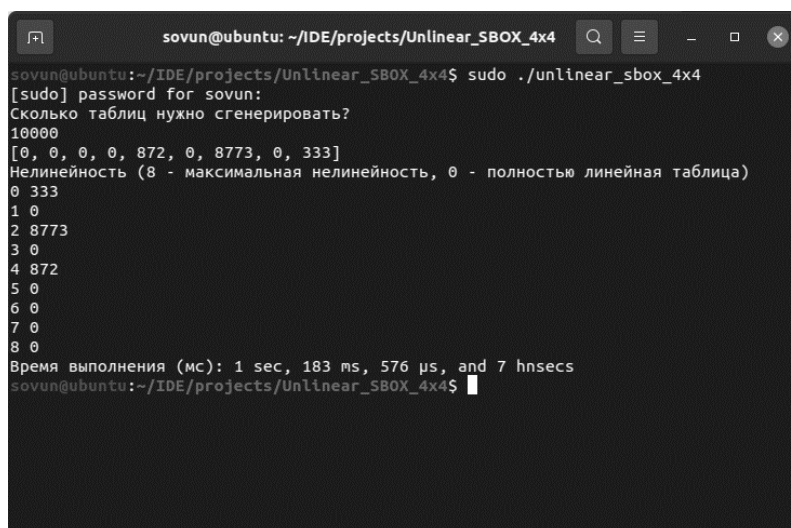
Алгоритм реализован на базе C-подобного языка программирования D (Dlang), который обладает эффективными инструментами, позволяющими использовать возможности многопоточных систем для проведения параллельных вычислений. Для эксперимента были подготовлены 4 версии программы: многопоточная и однопоточная реализация для анализа криптографических подстановок размерностью 4x4 бит и аналогичные версии продукта для оценки блоков замен размерностью 8x8 бит. Подобные версии необходимы для демонстрации преимущества использования параллельных вычислений.

В таблице 1 представлены результаты генерации и анализа 10000 криптографических подстановок для многопоточных и однопоточных реализаций программного инструмента. Эксперимент проводился на персональном компьютере со следующими характеристиками: операционная система – Ubuntu 20.04.2 LTS; процессор – AMD Ryzen 5 3500u (4 ядра, 8 потоков, базовая тактовая частота – 2,1 гигагерц); объём оперативной памяти – 8 гигабайт. На рис. 1 представлен результат работы, отраженный в текстовом интерфейсе программы «Unlinear_SBOX_4x4», предназначенной для генерации и анализа криптографических подстановок размерностью 4x4 бит с использованием параллельных вычислений.

Таблица 1

Результаты анализа

Размерность подстановок	Количество сгенерированных криптографических подстановок	Время анализа (однопоточная реализация)	Время анализа (многопоточная реализация)
4x4 бит	10000	1 с, 881 мс	1 с, 137 мс
8x8 бит	10000	28 мин, 49 с, 135 мс	6 мин, 37 с, 581 мс



```

sovnun@ubuntu: ~/IDE/projects/Unlinear_SBOX_4x4
sovnun@ubuntu:~/IDE/projects/Unlinear_SBOX_4x4$ sudo ./unlinear_sbox_4x4
[sudo] password for sovnun:
Сколько таблиц нужно сгенерировать?
10000
[0, 0, 0, 0, 872, 0, 8773, 0, 333]
Нелинейность (8 - максимальная нелинейность, 0 - полностью линейная таблица)
0 333
1 0
2 8773
3 0
4 872
5 0
6 0
7 0
8 0
Время выполнения (мс): 1 sec, 183 ms, 576 μs, and 7 hnsecs
sovnun@ubuntu:~/IDE/projects/Unlinear_SBOX_4x4$
    
```

Рис. 1. Интерфейс Unlinear_SBOX_4x4

При оценке блоков подстановки размерностью как 8x8 бит, так и 4x4 наблюдается очевидное превосходство реализации с использованием многопоточности, которое наиболее явно отражено в работе с 8 битными заменами.

Стоит отметить, что существуют и иные программные инструменты для оценки различных параметров криптографических подстановок, представленные в [4–7]. Однако, SAGE не является сконструированным программным продуктом, а остальные инструменты, без модификации исходного кода, не предназначены для осуществления анализа наборов блоков замен. В том виде, в котором они представлены, программные инструменты позволяют оценивать ряд свойств криптографических подстановок, включая нелинейные характеристики, но только одного блока замены, загружаемого в программный продукт.

В процессе дальнейших исследований планируется сравнить разработанный инструмент с аналогами, модифицировав их исходный код для работы в многопоточном режиме. Это представляется возможным, так как указанные программные продукты, кроме S-Box Inspector, являются свободно распространяемыми. Помимо сравнения возможно расширение функционала программы для оценки дополнительных свойств криптографических подстановок с использованием многопоточных вычислений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Поликарпов С.В., Румянцев К.Е., Кожевников А.А.* Псевдо-динамические таблицы подстановки: основа современных симметричных криптоалгоритмов // Научное обозрение. – 2014. – № 12. – С. 162-166. – URL: <http://www.sced.ru/ru/files/71212014/71212014.pdf>.
2. *Kalaiselvi K, Anand Kumar.* A Novel Method to Design S-box Based on Genetic Algorithm and Particle Swarm Optimization in AES-128 Cryptosystem // International Journal of Pure and Applied Mathematics. – 2018. – P. 1443-1456. – URL: <https://acadpubl.eu/jsi/2018-118-18/articles/18b/37.pdf>.
3. *Matsui Mitsuru.* Linear Cryptanalysis Method for DES Cipher // Advances in Cryptology - EUROCR PT '93, Workshop on the Theory and Application of of Cryptographic Techniques, Lofthus, Norway, May 23-27, 1993, Proceedings. – 1993. – P. 386-397. – URL: <http://dx.doi.org/10.1007/3-540-48285-733>.
4. *Stjepan Picek, Lejla Batina, Domagoj Jakobović, Barış Ege, Marin Golub.* S-box, SET, Match: A Toolbox for S-box Analysis // 8th IFIP International Workshop on Information Security Theory and Practice (WISTP), Jun 2014, Heraklion, Crete, Greece. – pp. 140-149.
5. S-Box Analyser. meetvora Quasi-Group theory implementation / Github. – 2016. – URL: <https://github.com/meetvora/sbox-analyser>.
6. S-Box Inspector. Halil Kemal / Github. – 2013. – URL: <https://github.com/hktaskin/SBoxInspector>.
7. Tutorial on S-box Analysis / Cryptologie symétrique, cryptologie fondée sur les codes et information quantique. – 2020. – URL: <https://who.paris.inria.fr/Leo.Perrin/teaching/tutorial-sbox.html>.

Д.Е. Шкундина

СТАНОВЛЕНИЕ И ОБЗОР БЛОКЧЕЙН ТЕХНОЛОГИЙ

Руководитель – д.т.н., профессор кафедры инфокоммуникационных технологий, математики, информационной безопасности А.М. Макаров

Пятигорский государственный университет, г. Пятигорск

Становление технологии блокчейн в 1991-2008. Блокчейн появился, когда в 1991 году Стюарт Хабер и В. Скотт Сторнетта представили работу, связанную с работой над криптографически защищенной цепочкой блоков, в которой была исключена возможность подделки временных меток документов. Эту работу впоследствии стали называть блокчейном

В течение года они модернизировали свою систему, занимаясь повышением её эффективности, что привело к увеличению числа возможных документов содержащихся в блоке.

Но актуальной технология стала только по прошествии более пятнадцати лет, благодаря работе одного человека или группы людей по имени Сатоши Накамото.

Он дал определение понятию блокчейна (2008 год), после чего технология получила дальнейшее широкое развитие и нашла применение во многих других сферах, помимо криптовалют.

Накамото выпустил первый технический документ о технологии в 2009 году. В этом документе он подробно рассказал о том, насколько эта технология была хорошо оснащена для повышения цифрового доверия, учитывая аспект децентрализации, который означал, что никто никогда не будет контролировать что-либо.

Очень распространенный вопрос, когда был изобретен блокчейн? Мы можем сказать, что Блокчейн был изобретен в 1991 году.

Развитие блокчейна: этап 1 – транзакции, появление биткойна (2008-2013). Большинство людей когда-либо встречавшихся с такими понятиями как Биткойн и Блокчейн часто путают эти понятия друг с другом и считают, что они обозначают одно и то же. Однако эти два понятия совершенно различны: блокчейн является базовой технологией, которая обеспечивает работу большинства приложений, одним из которых является криптовалюта.

Биткойн, появившийся в 2008 году, являлся первым примером применения технологии блокчейн. Сатоши Накамото в своем техническом документе описал её как электронную пиринговую систему.

Развитие блокчейна: этап 2 – контракты, разработка Ethereum (2013–2015). Известный в сфере блокчейн технологий разработчик Виталий Бутерин является одним из тех, кто считает, что Биткойн еще не достиг того, чтобы использовать все возможности технологии блокчейн.

Бутерин занимался разработкой, так называемого, гибкого блокчейна, который может выполнять различные функции в дополнение к пиринговой сети. Ethereum появился на свет как новый публичный блокчейн в 2013 году с дополнительными функциональными возможностями по сравнению с биткойном, и был тем развитием, которое оказалось поворотным моментом в истории блокчейна.

Бутерин включил в Ethereum, функцию, которая позволяет людям записывать другие активы, такие как, например, контракты. Новая функция расширила функциональность Ethereum от криптовалюты до платформы для разработки децентрализованных приложений.

Таким образом Ethereum превратился в одно из крупнейших приложений технологии блокчейна.

Приведём примеры использования блокчейн технологий в различных сферах деятельности.

Благодаря технологии блокчейн в Кыргызстане были проведены честные выборы. 10 января 2021 года в Кыргызстане были использованы блокчейн технологии для исключения возможности осуществить какие-либо фальсификации недобросовестными лицами. Были устранены такие мошеннические схемы, как:

1. Голосование «мертвых душ».
2. Вброс дополнительных бюллетеней.
3. Возможность повторного голосования.

Также использование технологии позволило провести подсчет голосов с сохранением секретности выбора избирателей, а сами результаты были автоматически расшифрованы и опубликованы в блокчейн-системе.

При этом технология блокчейн позволяет любому избирателю иметь в своем компьютере всю базу данных результатов голосования, что исключает возможность уничтожения или изменения данных хакерами.

Данная технология позволяет проводить выборы прозрачно, без вмешательства заинтересованных лиц и фальсификации результатов.

При традиционном способе проведения выборов существует вероятность того, что недобросовестные лица могут повлиять на результаты голосования. Использование блокчейн технологии гарантирует защищенность избирательной системы от постороннего вмешательства и позволяет контролировать ход голосования

На базе платформы Мастерчейн существует сервис цифровых банковских гарантий. В его рамках корпорации и банки взаимодействуют напрямую в единой сети с едиными стандартами документов, где присутствуют смарт-контракты, которые обеспечивают жизненный цикл цифровой банковской гарантии.

Государство в данных процессах занимается валидацией и автоматизацией процессов проверки исполнения условий контрактов.

«Сбер» подключил к своей блокчейн-платформе распределенный реестр от Waves Enterprise. Такое взаимодействие платформ позволяет участникам внешних блокчейн-сетей получать доступ к выпущенным на ней цифровым активам, а также использовать для расчетов с этими активами смарт-контракты и приложения, доступные во внешних сетях.

Что в свою очередь доказывает возможность осуществить взаимодействие между компаниями, использующими разные блокчейн-платформы.

Один из основателей Apple, изобретатель и программист Стив Возняк создал новую компанию. Это блокчейн-стартап Efforce. Его цель – развивать «зелёные» технологии, то есть экологически безвредные.

Efforce помогает компаниям, которые хотят увеличить энергоэффективность своих проектов, получать финансирование на это.

Это означает, что любая заинтересованная организация сможет получить финансирование на различные экологические проекты.

Блокчейн-платформа Factorin в области торгового финансирования объявила о выходе на рынок непродовольственной розницы. Первым клиентом платформы в новом сегменте стала розничная сеть МТС.

Использование блокчейн технологий предоставляет поставщикам возможность в реальном времени получать информацию о том, какие поставки готовы для финансирования, а факторам – сократить время на верификацию.

«Касперский» разработал систему для государственных выборов. В «Лаборатории Касперского», команда проекта Polys, разработала систему дистанционного электронного голосования (ДЭГ) «Polys.ГОСТ», которая полностью удовлетворяет требованиям российского законодательства, что позволяет использовать данную систему в государственных информационных системах (ГИС).

Отличительной особенностью системы является её масштабируемость: платформа предоставляет возможность проведения голосований любого масштаба – от муниципального до федерального, с участием неограниченного числа избирателей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ARMONK. Maersk and IBM Unveil First Industry-Wide Cross-Border Supply Chain Solution on blockchain. (online). – 2017. Available at: <https://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/51712.wss> (Accessed 20 Dec. 2017).
2. BitFury Group Limited. Prof of Stake versus Proof of Work, White Paper. (pdf). – 2017. Available at: <http://bitfury.com/content/5-whitepapers-research/pos-vs-pow-1.0.2.pdf> (accessed 20 Dec. 2017).
3. *Dickson B.* Blockchain has the potential to revolutionize the supply chain. Techcrunch. – 2016. Available at: <https://techcrunch.com/2016/11/24/> (Accessed 20 Dec. 2017).

4. *Raval S* Decentralized Applications: Harnessing Bitcoin's Blockchain Technology, O`reilly, Sebastopol, California, 2016,
5. *Swan M.* Blockchain blueprint for a new economy, O`reilly, Sebastopol, California, 2015,
6. *Gilbert D.* Blockchain Technology Could Help Solve \$75 Billion Counterfeit Drug Problem. Ibtimes. – 2016. Available at: <http://www.ibtimes.com/> (Accessed 20 Dec. 2017).
7. *Houy N.* The Bitcoin Mining Game. Ledger. pp. 151. – 2016. Available at: <http://www.ledgerjournal.org/ojs/index.php/ledger/article> (Accessed 20 Dec. 2017).
8. *Nakamoto S.* Bitcoin: Apeer-to-Peer Electronic Cash System. 1st ed. (pdf). – 2008. Available at: <http://www.cryptovest.co.uk/resources/> (Accessed 20 Dec. 2017).
9. *Robinson A.* What is Blockchain Technology, and What Is Its Potential Impact on the Supply Chain? (online) Cerasis. – 2016. Available at: <http://cerasis.com/2016/06/29/blockchain-technology/> (Accessed 20 Dec. 2017).
10. *Smart E.* Top 5 Blockchain Technology Myths the Mainstream Has Fallen For. – 2016. Available at: <https://bitconnect.co/bitcoin-news/> (Accessed 20 Dec. 2017).
11. *Vorobyev G.A., Ryndjuk V.A., Kozlov V.A., Makarov A.M.* PROBABILISTIC MODELS OF CRYPTOGRAPHIC SYSTEMS AND THEIR APPLICATIONS // 3rd International Conference on Digital Information Processing, Data Mining, and Wireless Communications. – 2016. – P. 160-163.
12. *Walch A.* The Bitcoin Blockchain as Financial Market Infrastructure: A Consideration of Operational Risk // Journal of Legislation and Public Policy. – 2014. – Vol. 18:837. – P. 851-852.

К.С. Григорян, В.Н. Столбин

ЗАЩИЩЁННАЯ СИСТЕМА ПЕРЕДАЧИ РЕЧЕВОЙ ИНФОРМАЦИИ

Руководитель – к.т.н., доцент кафедры информационной безопасности телекоммуникационных систем А.В. Помазанов

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Введение. Вопрос передача конфиденциальной информации по радиоканалу является актуальной проблемой. Для обеспечения безопасной передачи данных по радиоканалу может применяться множество организационно технических мер таких, как использование узконаправленных антенн, уменьшение мощности передающего сигнала до минимально возможного уровня, применение сложных видов модуляции, но не один из этих методов не может гарантировать того, что сигнал не будет перехвачен злоумышленниками. Поэтому в современных защищенных системах связи должно быть предусмотрено шифрование передаваемой информации. В данной работе описывается система защищенной передачи речевого сигнала, в которой для обеспечения безопасности передаваемой информации используется блочный шифр «Магма».

Выбор элементной базы. Для реализации шифрования информации был выбран микроконтроллер STM32F401CC. Его характеристики приведены в табл. 1. В результате исследования данного микроконтроллера на скорость шифрования информации шифром «Магма» стало известно, что на засекречивание 64 бит информации тратится 144 мкс [1]. Следовательно, можно сделать вывод, что задержка при шифровании информации не будет оказывать сильного влияния на качество связи.

В качестве приёмо-передающей части было принято решение использовать МВее-868-2.0 российской компании «Системы, Модули и Компоненты».

Модули построены на компонентах фирмы Texas Instruments – беспроводном контроллере (С-н-К) СС430F5137 и радиочастотном усилителе СС1190, что обеспечивает выходную мощность до +27 дБм при собственном низком энергопотреблении [2]. Характеристики данного модуля приведены в табл. 2. Структурную схему МВее-868-2.0 можно увидеть на рис. 1.

Важным достоинством данного модуля является то, что он имеет протоколы верхнего уровня, такие как 6LoWPAN или SimpliCIPI, что позволяет создавать радиосети со сложной архитектурой. Ещё одним важным достоинством модуля является высокая пропускная способность. Максимальная скорость передачи составляет 500 Кбит/с. Учитывая, что для передачи цифровой речевой информации необходимо 64 Кбит/с, данной скорости вполне хватит для обмена речевой информацией по радиоканалу. Также стоит отметить, что использование данного модуля сильно упростит разработку системы, так как обмен информации между шифрующим устройством на передатчике и расшифровывающим на приёмнике будет происходить по интерфейсу USART.

Таблица 1

Характеристики микроконтроллера STM32F401CC

Наименование микроконтроллера	STM32F401CC
Тактовая частота	84 МГц
ОЗУ	64 Кбайт
Ядро	Arm Cortex-M4

Таблица 2

Характеристики модуля MBee-868 2.0

Наименование модуля	MBee-868-2.0
Протокол верхнего уровня	6LoWPAN или SimpliCIPI
Рабочий диапазон частот	863–873 МГц
Программируемая выходная мощность передатчика	+27дБм
Чувствительность приёмника	-116дБм
Скорость передачи	500 Кбит/с
Виды модуляции	2-FSK, 2-GFSK, 4-FSK, MSK, ASK/OOP
Напряжение питания	1,8–3,6 В
потребляемый ток в режиме передачи	до 200 мА
потребляемый ток в режиме приёма	до 50 мА
потребляемый ток в дежурном режиме	2,2 мкА

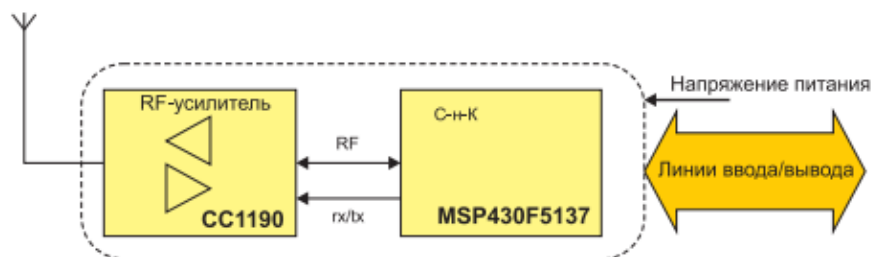


Рис. 1. Структурная схема модуля MBee-868-2.0

Используемый алгоритм шифрования. В данной системе для защиты передаваемой информации используется блочный алгоритм шифрования «Магма». Основа алгоритма шифра – сеть Фейстеля. Этот алгоритм является отечественным стандартом симметричного шифрования, он используется в сертифицированных средствах криптографической защиты информации, применяемых в государственных информационных системах и, в некоторых случаях, в коммерческих системах. 256-битный ключ и 32 цикла преобразования 64-бит входного блока обеспечивают надёжную криптографическую защищённость от большинства современных методов атак. Важное достоинство шифра «Магма» – устойчивость к линейному и дифференциальному криптоанализу. Так же преимуществом данного алгоритма является сравнительно небольшое количество вентилей, для цифровой реализации алгоритма [3]. Сравнительную диаграмму количества условных вентилей для некоторых шифров можно увидеть на рис. 2.

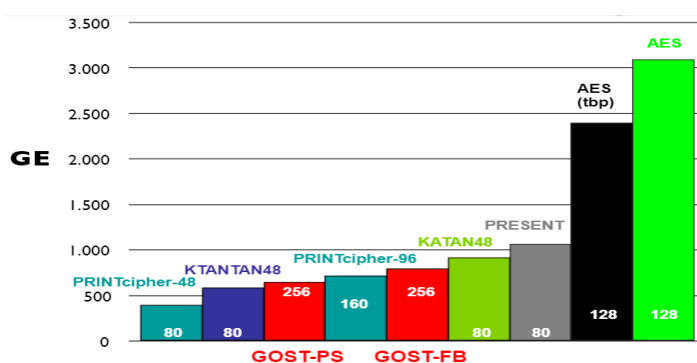


Рис. 2. Сравнительная диаграмма количества условных GE вентилей

Выделяют четыре режима работы алгоритма «Магма»:

- ◆ ECB (англ. electronic code book) – режим «электронной кодовой книги» (режим простая замена);
- ◆ CBC (англ. cipher block chaining) – режим сцепления блоков (режим гаммирования);
- ◆ CFB (англ. cipher feed back) – режим обратной связи по шифротексту (режим гаммирования с обратной связью);
- ◆ OFB (англ. output feed back) – режим обратной связи по выходу (режим выработки имитовставки).

В описываемой системе «Магма» используется в режиме ECB.

Настройка периферии микроконтроллера STM32F401CC. Настройка всей периферии микроконтроллера проходила в среде CubeMX.

Для получения информационного сигнала тональной частоты и дальнейшего преобразования в цифровую форму был использован АЦП микроконтроллера. Разрядность АЦП в системах передачи речевой информации равна восьми. Для настройки разрядности необходимо выставить в поле Resolution значение 8 bits. Также необходимо настроить АЦП на работу по прерываниям, чтобы тот не блокировал выполнение основного цикла программы. Для этого необходимо во вкладке NVIC Settings выбрать ADC1 global interrupt. Частота дискретизации в системах передачи речевой информации берётся равной 8 кГц. Чтобы задать данную частоту дискретизации необходимо настроить таймер на данный интервал и настроить АЦП на срабатывание по таймеру. Это необходимо сделать в поле External Trigger Conversion Source, выбрав тот или иной заранее настроенный таймер.

Создание макета системы передачи информации. Создание макета схемы было выполнено в программе Proteus 8.9. Скриншот программы и собранной схемы можно увидеть на рис. 3.

В данном макете было применено два микроконтроллера STM32F401CC. Один играл роль шифратора, а другой – дешифратора информации. Микроконтроллеры были соединены с помощью интерфейса USART, что эмитирует передачу информации по MВсе-868-2.0. В качестве информационного сигнала был подан низкочастотный гармонический сигнал, поступающий на АЦП через фильтр нижних частот.

На рис. 4 можно увидеть зашифрованную информацию в шестнадцатеричном виде, которая передаётся с шифратора на дешифратор.

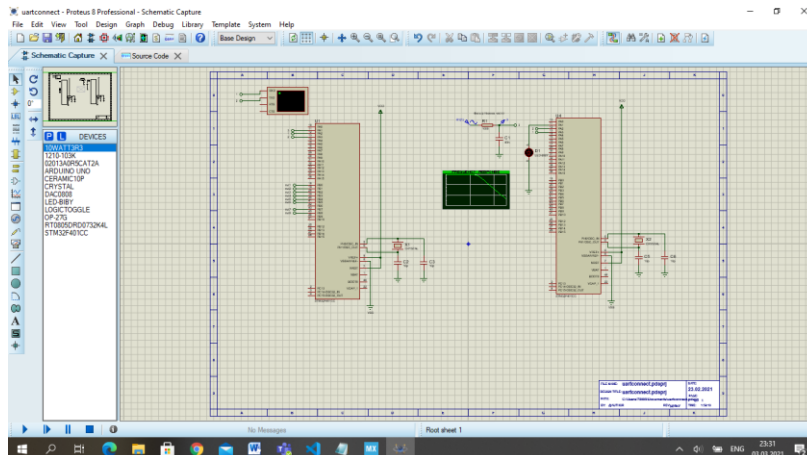


Рис. 3. Схема, собранная в симуляторе Proteus 8.9

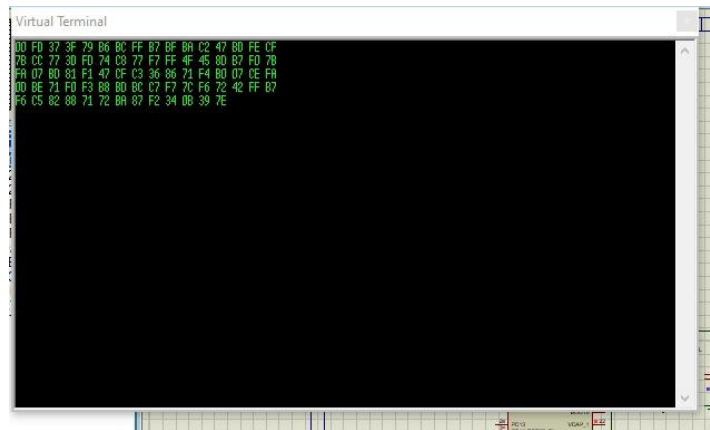


Рис. 4. Передача зашифрованной информации

Вывод. В результате проектирования была сформирована модель защищенной системы передачи данных. Данная работа иллюстрирует высокий потенциал использования микроконтроллеров в создании систем обработки, шифрования и передачи сигналов. Несомненным преимуществом подобных систем является возможность менять код прошивки микроконтроллера, что позволяет изменять алгоритм и ключи шифрования – это делает систему гибкой и более защищенной.

Исходя из выше перечисленного, можно сделать вывод что микроконтроллер – это удобный инструмент, применимый не только для решения задач автоматизации, но и для обработки информации в цифровых системах связи.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Григорян К.С., Помазанов А.В.* Использование шифра «Магма» для засекречивания речевой информации по радиоканалу // Лучшая студенческая статья 2020. – 2020. – С. 66-70.
2. *Калачев Александр.* Отечественные беспроводные модули диапазона 868 МГц // Беспроводные технологии. – 2015. – № 4. – С. 34-39.
3. *Poschmann A., Ling S., Wang H.* 256 bit standardized crypto for 650 GE – GOST revisited, CHES 2010, LNCS 6225. – 2010. – P. 219-233,
4. ГОСТ Р 34.12–2015 – Криптографическая защита информации.

Секция 2. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ

Л.В. Пирская

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА НА ОСНОВЕ ДЕЛЬТА-ПРЕОБРАЗОВАНИЙ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ И НАВИГАЦИИ

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Одной из актуальных задач в системах навигации и управления является задача определения местоположения летательного аппарата. Так как данная задача решается в режиме реального времени, появляются дополнительные требования в скорости выдачи навигационных измерений и объеме аппаратных затрат. В данной статье рассматривается решение данной задачи с учетом предъявляемых требований.

Задача определения местоположения летательного аппарата заключается в установке на местности нескольких радиомаяков. Имея данные координаты маяков в декартовой системе координат и получая специализированным устройством во время полета дальностей от летательного аппарата до каждого маяка, составляется на основе этих данных система уравнений. Далее данная система уравнений на основе координат для четырех маяков сводится известными методами к системе линейных алгебраических уравнений третьего порядка (СЛАУ). Определение местоположения летательного аппарата осуществляется в специализированном вычислительном устройстве одновременным решением данных СЛАУ в процессе движения летательного аппарата [1].

Результаты, полученные методом на четыре маяка, являются входными данными для решения задачи целостности.

Задача целостности играет огромную роль в решении задачи локальной навигации в целом, в частности, в тех случаях, когда установленные маяки располагаются в труднодоступных местах для человека и не могут быть под контролем длительное время. В данных условиях возможны выходы из строя одного или нескольких маяков, а также снижение их качественных характеристик. Решение задачи целостности позволяет определить из множества маяков маяки, дающие ложную информацию, информацию с небольшими отклонениями или не подающие сигнала в целом [2]. Из множества имеющихся маяков формируются комбинации групп маяков по четыре и, соответственно, системы уравнений для данных групп. Далее решаются полученные системы уравнений (определяются координаты ЛА) и результаты подаются на вход решения задачи целостности.

В рамках данного исследования решение задачи целостности не рассматривалось. Исследуемые вопросы ограничивались использованием технологии функционирования специализированного вычислительного устройства на основе алгоритма дельта-преобразований и переменного кванта для одновременного решения огромного количества СЛАУ, составленных на основе уравнений в стандартном для навигационных систем виде для 4-х маяков.

Реализация специализированного вычислительного устройства для решения СЛАУ на основе известных итерационных методов требует больших аппаратных ресурсов за счет использования многоразрядного умножения.

Специализированное вычислительное устройство, функционирующее на основе дельта-преобразования первого порядка и второго порядка с переменным квантом, обеспечивает возможность исключить операцию многоразрядного умножения [3, 4]. Использование переменного кванта позволяет сократить количество итераций вычислительного процесса, а также показана возможность построения высокопроизводительных экономичных по аппаратным ресурсам специализированных вычислительных устройств для одновременного решения значительного количества СЛАУ.

Особенность полученных результатов заключается в том, что в рамках использованного в данной работе временного шага обеспечивается возможность снизить частоту формирования свободных членов СЛАУ из получаемых дальностей от летательного аппарата до маяков, при этом сохраняется точность результата за одну итерацию. Такие условия также являются эффективными при одновременном решении большого количества СЛАУ, сформированных для разных комбинаций маяков.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Kravchenko P.P., Pirskaaya L.V.* Using delta-transformations for aircraft position finding in local navigatin problem // Journal of Theoretical and Applied Information Technology. – 2016. – Vol. 93 (1). – P. 60-68.
2. *Кравченко П.П., Пирская Л.В., Хусаинов Н.Ш.* Дельта-преобразования и проблемно-ориентированные вычисления: монография. – Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2016. – 118 с.
3. *Pirskaya L.V., Khusainov N.Sh.* About the functioning of the special-purpose calculating unit based on the linear system solution using the first order delta-transformations // Journal of Theoretical and Applied Information Technology. – 2018. – Vol. 96. – P. 7187-7197.
4. *Pirskaya L.V.* Features of Method of Special-Purpose Calculating Unit Functioning for Linear System Solution based on the Second Order Delta-Transformation // Proceedings Fifth International Conference on Engineering and Telecommunication EnT-MIPT 2018. – IEEE, 2018. – P. 158-162.

К.А. Ляшенко

ОБЗОР МЕТОДОВ ГЕНЕРАТИВНОГО ДИЗАЙНА В СРЕДЕ КОМПЬЮТЕРНОГО 3D МОДЕЛИРОВАНИЯ BLENDER

Руководитель – старший преподаватель кафедры математического обеспечения и применения ЭВМ О.Н. Родзина

Южный федеральный университет, г. Таганрог

При современных объемах визуального контента актуальной является задача упрощения процесса творчества художникам различного профиля. Это связано с тем, что растет скорость производства развлекательного контента и, как следствие, скорость его потребления. Для подтверждения этого достаточно сравнить кассовые сборы современных фильмов с фильмами, вышедшими 5, 10 и 15 лет назад. Растет и количество уникального контента на одну единицу продукции независимо от ее формы: кино, анимация, компьютерные игры. А это значит, что все больше дизайнеров, мультипликаторов, 3D-модделлеров задействованы в разработке таких продуктов.

Генеративное искусство – объединение компьютерных технологий с искусством посредством системы, которая может самостоятельно определять особенности художественных работ и улучшать их. В противном случае для выполнения контента потребовалось бы участия самого художника [1].

Вместе с тем вопросы, касающиеся генеративного искусства, возникают и самостоятельно в результате совершенствования графических фильтров. В процессе их совершенствования возникла идея о том, что можно не только «улучшать» картинку, но и правдоподобно симулировать работу самого художника.

Так на пример, в настоящее время становятся популярны сервисы, где пользователь может загрузить фотографию, после чего, на основе данных, полученных нейросетями при анализе множества портретов, алгоритмы преобразуют ее в достоверный портрет, стилистически напоминающий масляную краску [2].

Процедурная генерация – метод создания контента посредством алгоритмов, в отличие от ручного способа. Обычно представляется комбинацией разработанных человеком алгоритмов и стохастическими процессами, генерируемыми компьютером [3].

Анализируя возможности 3D моделирования в Blender можно выделить три уровня, на которых возможна и доступна генерация для пользователей: уровень объектов, уровень топологии, уровень текстур.

Уровень объектов. С помощью встроенного в Blender компилятора Python, мы можем оперировать 3D объектами используя весь функционал Blender [4]. Исходя из этого, первый способ генерации будет заключаться в операциях с фигурами, как объектами с помощью скриптов, которые дают прямой доступ к редактированию объектов и их топологии.

Посредством клонирования, добавления, перемещения и скрытия фигур, возможно создавать различные генераторы, делающие изображения предметов предельно реалистичными. Так на пример, существует множество реализаций генератора современного мегаполиса, которые используются в кино для показа взрывов зданий, падение стен и всевозможных конструкций, выкрашивания бетона от попадания пуль и снарядов и так далее [5].

Рассмотрим пример с генератором футуристичного стрелкового оружия. На рис. 1 представлены три варианта результата генерации. При запуске скрипта свойство иерархично расположенных объектов – части оружия выбираются в случайном порядке, после чего разработчику будет представлена иная по набору составных частей модель, которую впоследствии можно будет доработать.

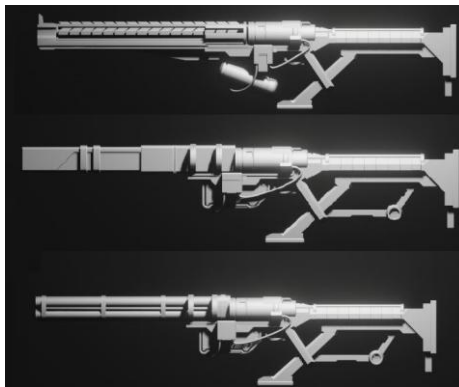


Рис. 1. Генерация стрелкового оружия

В данном случае варианты оружия отличаются друг от друга видом ствола, а верхняя модель имеет отличие в виде баллона под стволом. Пользователь может сразу использовать эти модели. В других случаях сгенерированный объект используется как заготовка, и впоследствии может быть отредактирован вручную. Также пользователь может просмотреть другие варианты, которые ему предложит скрипт.

Уровень топологии. При помощи модификаторов (modifier) в Blender возможно изменение топологии объекта: сокращение числа полигонов, увеличение, триангуляция и более сложные модификаторы, влияющие на топологию. Комбинируя набор модификаторов и применяя различные шумы, можно добиться интересных результатов.

На рис. 2 представлен объект до применения комбинации модификаторов, после их применения и итоговая модель. В результате получают уникальную структуру поверхности объекта, которой было бы невозможно добиться картой нормалей, а моделирование вручную заняло бы достаточно много времени.



Рис. 2. Процедурное изменение топологии

На рис. 3 представлены вариации двух алгоритмов. Суть первого алгоритма заключается в разбиении фигуры на множество полигонов и стохастическое удаление этих полигонов. На первых двух изображениях рисунка представлены реализации с высокой и низкой плотностью удаления. Третье изображение – результат работы другого алгоритма. В этом случае поверхность разбивается на полигоны, производится триангуляция, и генерируются щели между случайно выбранными парами полигонов.

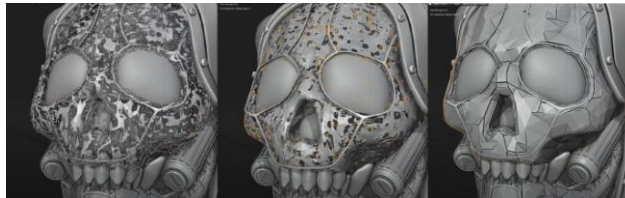


Рис. 3. Варианты работы алгоритмов, использующих полигоны

Данные комбинации модификаторов представлены в аддоне, разработанным Кертисом Холтом [6], и распространяемым по лицензии donationware. Помимо работы с конкретными моделями, разработчик предлагает использовать аддон в создании абстрактных моделей для концепт арта. Так на рис. 4 приведен пример результата применения процедурной генерации, достигнутого с помощью его аддона.



Рис. 4. Результат процедурной генерации

Уровень текстур. Процедурные текстуры самый известный метод, который можно считать частью генеративного искусства. Для работы с процедурными текстурами в Blender представлен удобный редактор нодов (узлов). Работа с графовым представлением применяемых фильтров, можно получить текстуры реалистичного вида, что позволяет отказаться от работы с обычными текстурами. Вместе с этим процедурные текстуры легче редактировать, меняя их содержание не через визуальный редактор, а через настройки отдельных нодов.

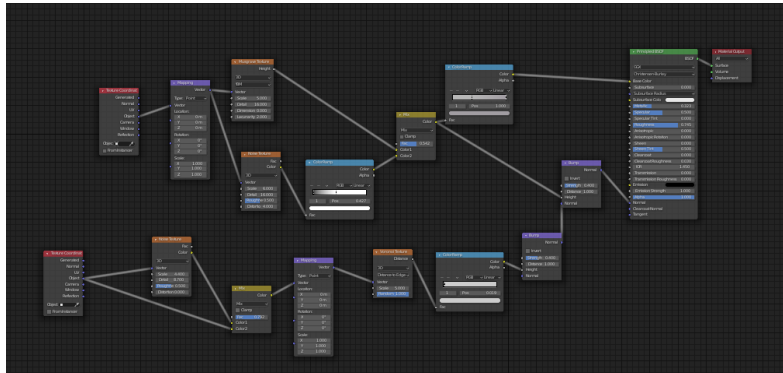


Рис. 5. Окно редактора нодов со схемой текстуры

На рисунке 6 приведены три различные текстуры. Отличие в их реализации минимально: используя схему рис. 5, меняют значение только в одном ноде, отвечающем за трещины (переменные алгоритма Вороного [7]).

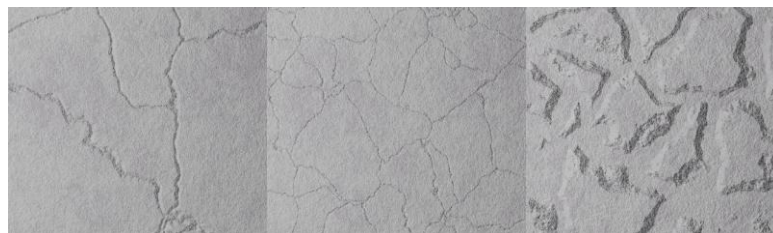


Рис. 6. Примеры текстур

Другим несомненным преимуществом использования процедурных текстур является их бесконечная вариативность. Из-за начальной концепции использования шума каждый экземпляр текстуры уникален, что исключает «мозаику» – случаи, когда на одной плоскости повторяется один экземпляр текстуры.

Плюсом является также то, что пользователи BLENDER могут делиться своими результатами: моделлер может применять готовые решения для самых популярных материалов [8]. Отталкиваясь от схем нодов простых материалов, можно создавать более специализированные текстуры, что опять же экономит временные ресурсы при разработке контента.

Подводя итог, можно сказать, что методы генерации разрабатываются и совершенствуются. Приведенные методы не являются панацеей от траты большого количества времени на создание контента, так как само написание алгоритмов требует все еще много времени. Ожидается, что в будущем внутренняя сложность работы с алгоритмами будет преодолена другими качественно новыми методами, которые будут на более высоком уровне в сравнении с методами, приведенными в данной статье.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Процедуральное искусство // Википедия. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D1%86%D0%B5%D0%B4%D1%83%D1%80%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D0%B8%D1%81%D0%BA%D1%83%D1%81%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE (доступ свободный).
2. Portrait AI // Portrait AI Portrait Avatar Generator. – URL: <https://portraitai.com/>.
3. Процедурная генерация // Википедия. – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Procedural_generation.
4. Blender Python API // Blender. – URL: https://docs.blender.org/api/current/info_overview.html#:~:text=Python%20in%20Blender&text=Blender%20provides%20its%20Python%20modules,import%20the%20modules%20to%20work.
5. Как процедурная генерация помогает создавать открытые миры // XYZSchool. – URL: <https://xyz-school.medium.com/%D0%BA%D0%B0%D0%BA-%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%86%D0%B5%D0%B4%D1%83%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F-%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F-%D0%BF%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B3%D0%B0%D0%B5%D1%82-%D1%81%D0%BE%D0%B7%D0%B4%D0%B0%D0%B2%D0%B0%D1%82%D1%8C-%D0%BE%D1%82%D0%BA%D1%80%D1%8B%D1%82%D1%8B%D0%B5-%D0%BC%D0%B8%D1%80%D1%8B-84e9fa7f98a5>.
6. Curtis Holt // Holt Wiki. – URL: <https://www.notion.so/Holt-Wiki-c599262c19cc4c4e8dff77042f7aac24>.
7. Диаграмма Вороного // Википедия. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B8%D0%B0%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%BC%D0%B0_%D0%92%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE.
8. Красивые процедурные текстуры в Blender // Render.ru. – URL: <https://render.ru/ru/TANinBlogg/post/16725>.

Д.М. Абакумов

АТАКА НА КОРПОРАТИВНЫЕ БЕСПРОВОДНЫЕ СЕТИ С ЗАЩИТОЙ WPA2-Enterprise

Руководитель – старший преподаватель кафедры математического обеспечения и применения ЭВМ А.В. Проскураков

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Введение. Сейчас трудно представить себе повседневную жизнь без Wi-Fi. Беспроводные сети открывают нас повсюду – на работе, на учебе, дома. Но что на счет безопасности? Вероятность любого взлома тем выше, чем стоимость и важность данных, которые будут получены. Поэтому, скажем, вероятность взлома домашней сети много ниже, чем вероятность взлома корпоративной сети. О безопасности домашних сетей написано немало статей, но что на счет корпоративных? Под корпоративными сетями здесь и далее подразумевается беспроводная Wi-Fi сеть внутри какой-либо организации, защищенная с помощью WPA2-Enterprise.

Почему WPA2? WEP уже много лет признан небезопасным, WPA – устарел, и был заменен WPA2, а WPA3 находится только в стадии черновика.

Для начала посмотрим, как устроен WPA2-Enterprise и в чем его отличие от WPA2-PSK

1. WPA2-Enterprise. Между WPA2-Personal и WPA2-Enterprise разница заключается только в механизме получения ключей шифрования для алгоритма AES. WPA2-Personal, или WPA2-PSK (Pre-Shared Key) – ключ статичный. Минимальная длина – 8 символов, алфавит – латиница (нижний и верхний регистр), цифры, спец. символы (точки, слэши и т.д.). Всего около 76 символов. Однако, некоторые производители допускают также применение кириллицы, что однако, не прописано в стандарте. Ключ задается в панели администрирования точки доступа.

В случае компрометации такого ключа – его необходимо менять на каждом устройстве, что не является сложной задачей для небольшой сети (5–10 устройств), но уже не подходит для больших сетей (50+ устройств).

WPA2-Enterprise используется динамический ключ, индивидуальный для каждого устройства (хотя нет запрета использовать один пароль для всех). Хранится и проверяется такой ключ на специальном сервере авторизации, который чаще всего выступает RADIUS-сервер [1]. Схематично процесс подключения к точке доступа WPA2-Enterprise изображен на рис. 1.

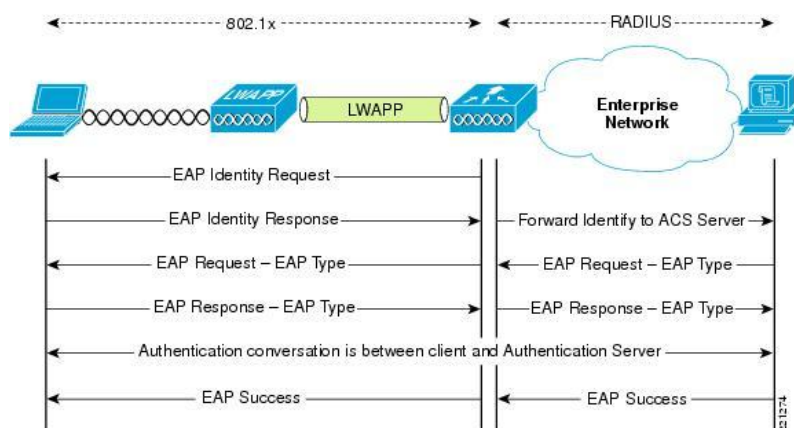


Рис. 1. Подключение к точке доступа с WPA2-EAP

На рисунке мы рассматриваем радиосеть, построенную с помощью легковесных (в плане ПО) точек доступа.

1. Клиент (а точнее компонент под названием supplicant) шлет EAP-Identity Request, в котором указывает с помощью какого метода будет идти дальнейшее общение с точкой доступа.

2. Если запрос сформирован правильно, точка доступа подтверждает использование выбранного метода.

3. Точка доступа посылает запрос RADIUS-серверу (а правильнее — серверу аутентификации) указывая, какой метод аутентификации запрос клиент.

4. Сервер аутентификации через точку доступа (или аутентификатор) запрашивает у клиента необходимые данные.

5. Шаги 4–5 повторяются до тех пор, пока сервер аутентификации не разрешит, не запретит соединение или не вернет сообщение об ошибке.

6. Сервер аутентификации так же через аутентификатора возвращает клиенту один из статусов.

7. Сервер аутентификации так же может передавать дополнительные параметры для точки доступа. Например, в какой VLAN поместить клиента, какой QoS-профиль ему назначить, какой IP-адрес ему выделить.

На сегодняшний момент наиболее работоспособными являются следующие RADIUS-сервера:

1. NPS (Microsoft Network Policy Server, в прошлом IAS) – бесплатно для обладателей лицензии Microsoft Windows.

2. ACS (Cisco Secure Access Control Server) — дорогой вариант от Cisco, но с самым большим функционалом.

3. FreeRADIUS (или GnuRADIUS) – бесплатная community версия, неплохой функционал. Enterprise версия платная, но уже с поддержкой 24 / 7, и дополнительными функциями [1].

2. EAP. Сам протокол EAP является по сути фреймворком аутентификации – он не описывает конкретный алгоритм, а лишь обеспечивает общие функции и согласование методов проверок. На текущий момент популярные следующие методы [1, 3]:

1. EAP-FAST (Flexible Authentication via Secure Tunneling) – разработка Cisco; авторизация – логин-пароль. Данные авторизации передаются внутри TLS туннеля между клиентом и RADIUS-сервером.

2. EAP-TLS (Transport Layer Security). Использует открытые ключи (PKI) для авторизации клиента и сервера (суппликанта и RADIUS-сервера) через сертификаты, выписанные доверенным удостоверяющим центром (CA). Требуется клиентский сертификат на каждое беспроводное устройство.

3. EAP-TTLS (Tunneled Transport Layer Security) аналогичен EAP-TLS, но при создании туннеля не требуется клиентский сертификат. В таком туннеле, производится дополнительная авторизация (пример, логин-пароль).

4. PEAP-MSCHAPv2 (Protected EAP) – похож на EAP-TTLS, т.к. создания зашифрованного TLS туннеля между клиентом и сервером, требует серверного сертификата. В дальнейшем в таком туннеле происходит авторизация по протоколу MSCHAPv2

5. PEAP-GTC (Generic Token Card) – аналогично предыдущему, но требует карт одноразовых паролей.

Все эти методы (кроме EAP-FAST) требуют наличия сертификата сервера (на RADIUS-сервере), подтвержденного удостоверяющим центром (CA). При этом сертификат удостоверяющего центра должен находиться у клиента в группе доверенных.

Поддержка любого из EAP методов должна обеспечиваться на стороне клиента. Стандартный суппликант, встроенный в Windows, Linux (wpa_supplicant), iOS, Android поддерживает все вышеперечисленные методы.

3. Как атаковать? Как видно, WPA2-Enterprise позволяет построить хорошо защищенную сеть, но все же имеет несколько слабостей:

1. DeAuth-атака (общаяязвимость для всего WPA протокола).

2. Evil-Twin (так же общая для всего протокола WPA).

3. GTC Downgrade.

4. DeAuth-атака. Протокол IEEE802.11 (Wi-Fi) предусматривает наличие так называемых фреймов деаутентификации. Их отправляет точка доступа для того, чтобы оповестить клиента, что соединение с ним разорвано, и необходимо переподключение.

Однако, атакующий может подделать пакет и отправить его на любое клиентское устройство, что вызовет отключение клиента и повторный процесс аутентификации.

5. Атака Evil-Twin. В протоколе Wi-Fi для построения больших сетей предусмотрели следующий функционал: клиентское устройство считает, что две точки доступа относятся к одной сети, если имеют одинаковое название сети (ESSID). В таком случае, устройство само выберет точку доступа с наилучшим сигналом. Это полезно при построении большой сети. Однако, это же является отправной точкой для многих атак, названных Evil-Twin (злой близнец) [2].

Злоумышленник создает точку доступа с таким же названием как и у легитимной точки, а затем либо используя специальные направленные антенны, либо физически находясь ближе к клиенту вынуждает его подключиться к своей сети. Часто комбинируется с DeAuth-атакой для ускорения процесса переподключения.

6. GTC-Downgrade. Как было рассмотрено в разделе 1, сервер аутентификации подтверждает выбранный клиентом метод аутентификации.

Протоколы такие как MsCHAPv2 обеспечивают высокую степень безопасности и не поддаются взлому известными методами. Передача пароля в таких протоколах осуществляется в виде хэша. Логин передается в открытом виде.

Но в протоколе GTC пароль передается в открытом виде. Злоумышленник может настроить RADIUS-сервер своей сети таким образом, что поддерживаться будет только метод GTC. В таком случае, у клиента не будет возможности выбрать другой метод и он так же выберет его, и отправит данные аутентификации.

Уязвимость GTC в том, что изначально метод задумывался для передачи паролей с одноразовых карт. Но большинство клиентов не обращает внимания на тип пароля, который запрашивается, поэтому просто показывает окно ввода логина\пароля как для других методов. Более того, со стороны RADIUS-сервера, пароль будет получен в чистом виде [3].

7. Атака на WPA2-Enterprise. Собрав все 3 метода атаки вместе получим алгоритм атаки на WPA2-Enterprise:

1. Выбрать сеть, на которую осуществляется атака и записать ее ESSID
2. Создать свою точку доступа с таким же ESSID (атака Evil-Twin)
3. Настроить точку доступа на использование своего Radius сервера
4. Задать RADIUS-серверу используемый метод EAP – GTC.
5. Настроить логгирование всех пакетов передаваемых к Radius-серверу.
6. Отключить клиентов от легитимной сети.

В результате этих действий, клиент передаст логин и пароль в открытом виде серверу аутентификации. Более того, мы можем подтвердить правильность введенных данных на стороне RADIUS-сервера, и отправить клиенту EAP-Success, что приведет к тому, что клиент подключится к нашей сети.

Для автоматизации всех шагов используем утилиту eaphammer:

```
./eaphammer -i wlan0 --channel 4 --auth wpa-eap --ssid CorpWifi --creds
```

После запуска утилита в автоматическом режиме проделает шаги 2-5. Нам остается лишь заставить клиентов подключиться к нашей сети и ожидать когда клиентской устройством само отправит нам логин и пароль в открытом виде.

8. Как защититься? Использовать сертификаты. При подключении к точке доступа по протоколу WPA2-EAP клиент запрашивает и проверяет сертификат безопасности. Если сертификат, который отправляет сервер аутентификации не подписан сертификатом доверенного CA, то будет выдано предупреждение или разорвано подключение. Это самый простой и надежный способ защиты.

Заключение. В статье был коротко рассмотрен один из вариантов атаки на корпоративную сеть, и приведен способ защиты от нее. Для максимальной безопасности необходимо использовать комплекс мер.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. WPA2-Enterprise, или правильный подход к безопасности Wi-Fi сети // Хабрахабр URL: <https://habr.com/ru/post/150179/> (дата обращения: 03.03.2021).
2. Wi-Fi: скрытая угроза // Новое Время URL: <https://newtimes.ru/articles/detail/4572/> (дата обращения: 03.03.2021).
3. EAP Downgrade Attacks // solstice.sh URL: <https://solstice.sh/iii-eap-downgrade-attacks/> (дата обращения: 03.03.2021).

А.А. Дубовиков

**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО И ИНФОРМАЦИОННОГО
ОБЕСПЕЧЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ
СИСТЕМЫ ПОКУПКИ И ПРОДАЖИ АВТОМОБИЛЕЙ**

Руководитель – старший преподаватель кафедры математического обеспечения и применения ЭВМ А.В. Проскураков

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Введение. Информационная система покупки и продажи автомобилей – система, позволяющая пользователям выставлять на продажу свои автомобили, просматривать объявления других пользователей а также покупать или продавать авто. Такая система позволяет не тратить время на посещение множества автосалонов в поисках подходящего автомобиля.

При покупке автомобилей существует большое количество операций с документами, которые невозможно организовать внутри информационной системы, а также есть множество задач связанных с логистикой при данном виде деятельности. Поэтому данные аспекты будут пока что опущены при разработке информационной системы.

Постановка задачи. Предметной областью разрабатываемого приложения является информационная система для покупки и продажи автомобилей. Используются следующие технологии: C#, MS SQL, .Net Framework. Выбор данных технологий обоснован обширным функционалом и удобством использования. Для хранения данных выбрана база данных MS SQL, т.к. это достаточно удобный инструмент для работы с большим количеством данных. Приложение разрабатывается под ОС Windows с помощью Windows Forms(3).

Целью разработки приложения является предоставление пользователям информации о продаваемых автомобилях и возможности их покупки или продажи. В системе должна быть предусмотрена возможность сортировки списка автомобилей по различным фильтрам а также возможность просмотра истории проданных автомобилей и подсчёта прибыли. Подразумевается три уровня доступа к системе: гость (может просматривать список продаваемых автомобилей), зарегистрированный пользователь (включается в себя функционал пользователя, а также возможность покупать или продавать автомобили, размещать объявление о продаже) и администратор (модерация объявлений, управление пользователями).

В соответствии с целью сформирована задача, а именно, следующий список объектов разработки:

1. Форма авторизации.
2. Форма регистрации.
3. Меню гостя.
4. Меню зарегистрированного пользователя.
5. Меню администратора.
6. Форма просмотра информации об автомобилях.
7. Форма автомобилей, выставленных на продажу пользователем.
8. Форма администратора.

Анализ предметной области. При разработке информационной системы покупки-продажи автомобилей необходимо обеспечить надежное хранение данных пользователей и данных об объявлениях(1).

Хранение информации и изображений для каждого объявления занимает не так много места, но стоит учесть что объявлений может быть тысячи, что уже займёт большой объём памяти, поэтому следует уделить внимание аппаратному обеспечению(2).

Разработка приложения

1. Исходя из поставленной задачи, необходимо разработать.
2. Формы авторизации и регистрации пользователей.
3. Формы меню для различных типов пользователей.
4. Формы просмотра объявлений для зарегистрированных пользователей и гостей.
5. Форму просмотра продаваемых и проданных пользователем авто.
6. Форму просмотра истории продаж.
7. Форму модерирования объявлений для администратора.
8. Форму управления пользователями для администратора.

Авторизация. Чтобы авторизоваться в информационной системе необходимо ввести свой логин и пароль и нажать на кнопку «Вход». Для входа в систему без авторизации необходимо нажать на кнопку «Войти как гость». Если пользователь хочет зарегистрироваться, то ему надо нажать на кнопку «Регистрация». Пример на рис. 1.

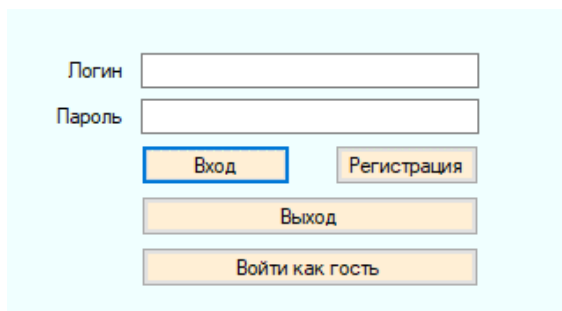


Рис. 1. Форма авторизации

Регистрация. Для регистрации в системе пользователю необходимо ввести свои логин, пароль и телефон, после чего нажать кнопку «Регистрация». Пример на рис. 2.



Рис. 2. Форма регистрации

Просмотр списка объявления и информации об автомобилях. На данной форме пользователь может просмотреть список объявлений, отсортировать их с помощью фильтров, просмотреть информацию о конкретном объявлении и при желании купить автомобиль. Пример на рис. 3.

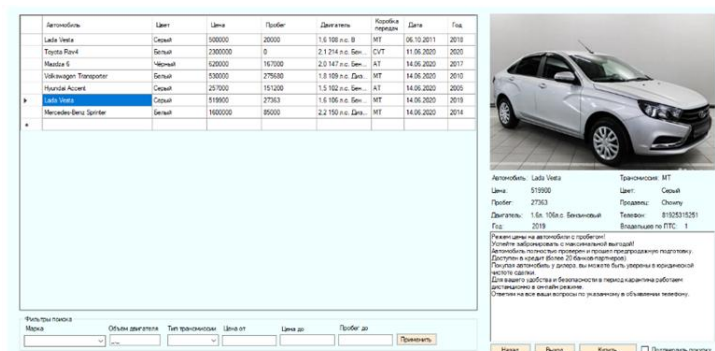


Рис. 3. Форма просмотра объявлений

Добавление объявления. Чтобы добавить объявление пользователю необходимо загрузить фотографию, написать описание и ввести характеристики автомобиля. После ввода всех данных необходимо нажать кнопку «Выставить на продажу», если введены не все данные или отсутствует изображение, система выведет сообщение о соответствующей ошибке. Пример на рис. 4.



Рис. 4. Форма добавления объявления

Просмотр объявлений пользователя и истории продаж. Для просмотра объявлений пользователя необходимо выбрать соответствующий пункт меню, после чего откроется форма, на которой представлена информация об объявлениях пользователя, возможность редактирования объявления и просмотра истории продаж при нажатии на кнопку «проданные». Кнопка подтверждения изменений появляется только при условии изменения каких-либо данных. Пример на рис. 5.

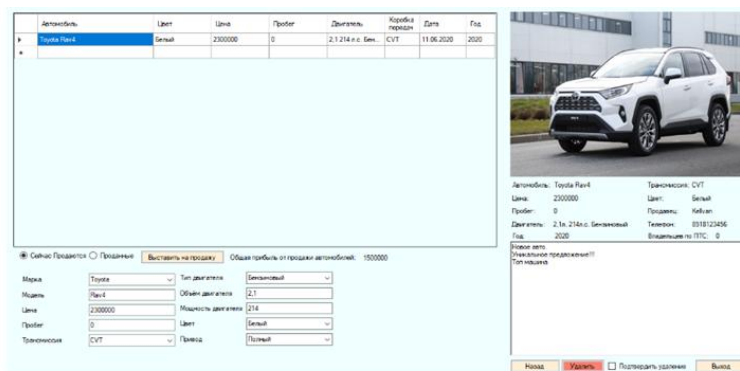


Рис. 5. Форма просмотра объявлений пользователя

Модерация объявлений. Для просмотра и изменения объявлений всех пользователей администратору необходимо открыть соответствующую форму через меню. На данной форме присутствует возможность сортировать и фильтровать объявления, изменять информацию и удалять объявление любого пользователя. Пример на рис. 6.

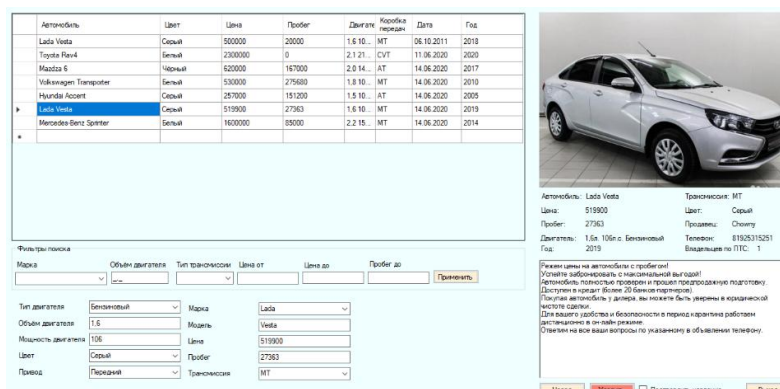


Рис. 6. Форма модерации объявлений

Управление пользователями. На специальной форме администратор может просмотреть информацию о всех пользователях системы, изменить какие-либо данные или уровень доступа к системе. Пример на рис. 7.

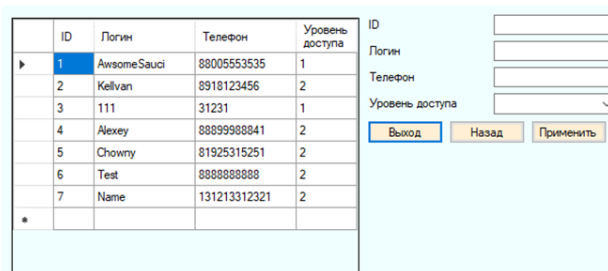


Рис. 7. Форма управления пользователями

Выводы. Тема данного доклада является продолжением исследований в рамках творческого проекта. Данная тема будет и дальше развиваться как в рамках научной деятельности, так и в рамках выпускной квалификационной работы.

В данный момент реализованы все задачи, поставленные на момент начала работы. Однако, система не является завершённой. В перспективе планируется доработать дизайн приложения, улучшить алгоритм покупки и продажи автомобилей, усовершенствовать и оптимизировать базу данных, добавить функционал, повышающий удобство использования системы. А также реализовать и организовать возможность покупки и продажи автомобиля онлайн, что выгодно выделяет данную систему на фоне подобных ей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Маглинец Ю.А. Анализ требований к автоматизированным информационным системам: учеб. пособие. – М.: Интернет-Университет Информационных Технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 200 с.
2. Уроки по базам данных SQL. – URL: <https://metanit.com/sharp/adonet/2.1.php>.
3. .NET Documentation | MicrosoftDocs. – Technicaldocumentation, API, andcodeexamples | MicrosoftDocs. – Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/index>, свободный. – Загл. с экрана

А.А. Дубовиков

**РАЗРАБОТКА ИГРОВОГО МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ
В СРЕДЕ UNITY ПОД ПЛАТФОРМУ ANDROID**

Руководитель – старший преподаватель кафедры математического обеспечения и применения ЭВМ А.В. Проскураков

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Введение. Игровые мобильные приложения являются самым популярным видом в разработке приложений, т.к. именно игры в смартфонах приносят своим владельцам самую большую прибыль в сравнении с прочими видами мобильных приложений. Примерно 75 % дохода всего рынка мобильных приложений приходится именно на игровые

Пятая часть мобильных игр – платные приложения без платных внутренних опций и примерно двадцатая часть – с платными.

Постановка задачи. Предметной областью разработки является игровое приложение под платформу Android. Используются следующие технологии: C#, Unity [1], .Net Framework [2]. Выбор данных технологий обоснован обширным функционалом и удобством использования. Приложение разрабатывается под ОС Android с помощью Unity.

Целью разработки приложения является предоставление пользователям возможности проводить время, играя в данное приложение. В приложении должны быть различные игровые уровни, интерфейс, реализованы все необходимые игровые механики.

Описание мобильного игрового приложения. Для разработки мобильного игрового приложения выбран жанр «Tower Defense». Tower Defense (с англ. – «Башенная защита»), сокращенно TD – название жанра компьютерных стратегических игр. Задача игрока в играх подобного жанра – расправиться с наступающими врагами, называемыми в некоторых играх «крипы» (от англ. creeper «ползущее существо»), до того, как они пересекут карту, с помощью строительства башен, атакующих их, когда те проходят вблизи. Противники и башни обычно различаются по характеристикам и цене. Когда враги побеждены, игрок зарабатывает деньги или очки, которые используются для покупки или модернизации башен.

Подбор вида башен и их расположение – неотъемлемая стратегия игры. Обычно ползучие существа пробегают через подобие лабиринта, что дает игроку возможность стратегического размещения башен, но также существуют известные версии игры, названные линейными TD, где используются прямые пути вместо лабиринтов. В некоторых версиях игрок может сам выстраивать лабиринт из башен и блоков.

Пример внешнего вида игр жанра «Tower Defense» представлен на рис. 1.

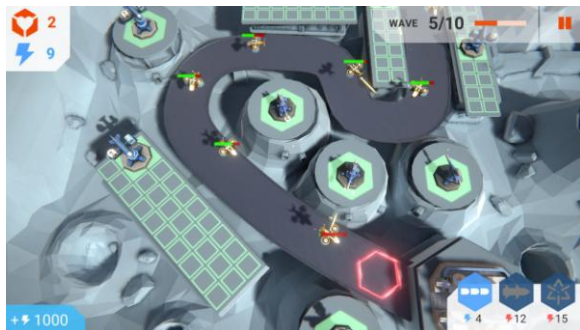


Рис. 1. Внешний вид «Tower Defence»

Основной отличительной особенностью данного игрового приложения от сотен подобных это возможность самому изменять внешний вид башен и противников, название данной игры – «Draw your Tower Defense».

По умолчанию в игре будут стандартные «башни» и «мобы», представляющие собой какую-либо геометрическую форму, но обязательным условием является наличие на верхней грани плоскости, которую может изменить пользователь по своему усмотрению. Пример внешнего вида «башни» представлен на рис. 2.

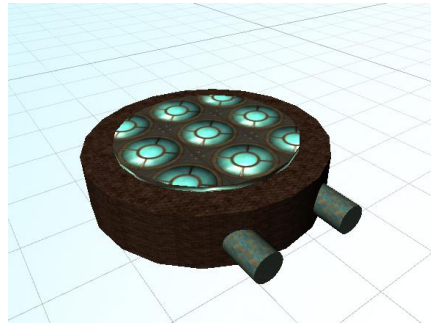


Рис. 2. Пример «башни»

На рисунке выше верхняя грань имеет стандартный вид, но при желании пользователь может изменить внешний вид на своё усмотрение, загрузив или нарисовав своё изображение. Также помимо верхнего изображения пользователь сможет изменить материал самой башни, выбрав из предусмотренных заранее вариантов.

В игровом приложении будет реализовано несколько игровых уровней, которые можно будет пройти на одну, две или три звезды. Количество звёзд за прохождение уровня будет выдаваться в зависимости от количества очков здоровья у главного здания игрока. Со старта будет доступно 5 уровней, для открытия дальнейших необходимо будет набрать определённое количество звёзд.

Выводы. Тема данного доклада является продолжением исследований в рамках выпускной квалификационной работы. Данная тема будет и дальше развиваться как в рамках научной деятельности, так и в рамках выпускной квалификационной работы.

В данный момент завершён этап проектирования приложения, начата разработка игровых уровней и моделей, которые будут использованы в приложении. Также создана базовая версия игровой механики, необходимой для данного игрового приложения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Unity learn. – URL: <https://learn.unity.com/>.
2. .NET Documentation | MicrosoftDocs – Technicaldocumentation, API, andcodeexamples | MicrosoftDocs. – Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/index>, свободный. – Загл. с экрана.

Н.А. Гуляев

ПРОБЛЕМЫ ИНТЕГРАЦИИ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ЦИФРОВЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Феномен цифровой экономики в настоящее время является предметом множества исследований. Цифровая экономика представляет интерес для исследователей сразу в нескольких областях: в области технических наук, экономических

наук и, возможно, философских наук. Центральным вопросом таких исследований, естественно, является вопрос об управлении цифровой экономикой, направлении её движения и развития в необходимое промышленности и обществу русло. Тем не менее, цифровая экономика не представляет собой монолит – она состоит из множества элементов – технологии, продукты, рынки. Поступательное развитие цифровой экономики может быть обеспечено лишь гармоничным взаимодействием всех включенных в неё элементов.

Технологии виртуальной реальности являются неотъемлемой частью цифровой экономики, поэтому определяют значительный вклад в развитие и рост цифровой экономики. Тем не менее, в настоящее время технологии виртуальной реальности являются одной из наименее развитых сфер [1], существенно отставая даже от, казалось бы, во многом аналогичной сферы дополненной реальности, получившей в недавнем времени некоторое развитие. Важно отметить, что проблемы сферы виртуальной реальности могут негативно отражаться на всей цифровой экономике, вызывая цепную реакцию замедлением создания и производства специфичных технологий, актуальных текущему историческому этапу развития технологий. Изучение причин слабой распространённости и низкой частоты применения в актуальных задачах может позволить найти пути для внедрения систем виртуальной реальности во многие области производства и быта.

Слабое распространение какой-либо технологии, как правило, может означать несоответствие характеристик произведённой или функционирующей технической продукции актуальным запросам пользователя. В области виртуальной реальности как раз имеется такая ситуация. Одной из наиболее значительных проблем актуальных VR-систем является их высокая цена, которая на 2020-2021 гг. находится в диапазоне 300-700\$ [2], что очевидным образом препятствует широкому распространению и бурному развитию технологий виртуальной реальности как в производственном, так и в потребительском сегменте.

Тем не менее, некоторые «соседние» технологии в результате прогресса открывают новые возможности. Так, например, возможны ситуации, в которых наличие каких-то конкретных устройств или полнота комплектации системы виртуальной реальности могут быть непринципиальны. В этом случае одна из ключевых проблем может быть частично решена: VR-система может быть сформирована из наиболее доступных компонентов, либо из компонентов, являющихся наиболее подходящими в условиях конкретной задачи. К примеру, «минималистичный» вариант достаточно универсальной VR-системы может быть организован следующим образом:

1. Устройство вывода, реализующее вывод изображения в реальном времени (не менее 30 к./сек.) с разрешением «HD», «Full HD» или большего разрешения, при этом имеющее компактный экран;
2. Гарнитура и очки виртуальной реальности – вполне достаточным может быть лишь наличие крепления устройства вывода и специальным образом настроенных линз;
3. Устройство ввода – может быть использован любой доступный манипулятор, совместимый с конкретной задачей.

Одним из очевидных вариантов реализации такой «упрощённой» VR-системы может являться её построение на базе современного мобильного устройства. В рамках такой архитектуры в качестве вычислительного центра и устройства вывода используется некоторое мобильное устройство (смартфон, планшетный компьютер), а в качестве устройств ввода – встроенные датчики движения (угла наклона, ускорения) этого же мобильного устройства, и, возможно, некоторые другие подключаемые (проводные или беспроводные) устройства ввода (например, Bluetooth-

контроллеры). Таким образом, данная конфигурация VR-системы уже обладает минимальным базовым функционалом – осуществляет вывод произвольной визуальной информации и приём ввода пользователя. При этом стоимость таковой системы может быть в разы ниже стоимости актуальных «традиционных» VR-систем, учитывая постоянное совершенствование технологий разработки и производства мобильных устройств. Так, в I квартале 2021 г. стоимость смартфона с экраном 5-5.5” и разрешением выше «HD» составляет порядка 150-160\$ [3], средняя стоимость гарнитуры составляет 10-15\$ [4], из чего может быть сделан вывод о доступности такой системы для достаточно широкого круга потенциальных пользователей. При этом такая система будет автономной, то есть не будет требовать наличия других устройств (помимо опциональных устройств ввода) для корректной работы.

Другой нюанс заключается в производительности такой системы. Если для запуска развлекательных VR-приложений и VR-игр, полученных, например, с платформы «Google Play», мощности среднеценового смартфона может быть вполне достаточно, то для решения более вычислительно сложных задач, например, 3D-моделирования и проектирования, вычислительный потенциал такой системы скорее окажется скудным. В этом случае система описанной выше конфигурации может быть использована в качестве «терминала» или точки доступа к некоторому высокопроизводительному серверу, решающему основную (наиболее вычислительно сложную) часть задачи, транслируя результат (или визуализацию результата) на «терминал» посредством проводных или беспроводных коммуникаций. Очевидно, что для такого варианта организации VR-системы будет необходимо специализированное ПО, например, RiftCat и VRidge, Trinus VR, либо одно из решений, ориентированных на Windows Mixed Reality в сочетании с программами-трансляторами, например, SpaceDesk.

Несмотря на достаточно широкий круг доступных в настоящее время вариантов реализации систем виртуальной реальности – от бюджетных «минималистичных» до профессиональных VR-систем с продвинутыми устройствами ввода, массового распространения технологии виртуальной реальности так и не получили. Многие исследователи данного вопроса и специалисты в области сходятся во мнении, что «пробуксовка» распространения и повсеместного внедрения технологий виртуальной реальности обусловлена недостаточным количеством цифрового продукта (контента), доступного для пользователя VR-систем [5]. Это суждение может быть обобщено, тогда проблема в общем виде может быть сформулирована как отсутствие системной интеграции технологий виртуальной реальности в цифровую экосистему.

Очевидным является тот факт, что цифровая экосистема, в которой «обитают» пользователи цифровых технологий и потребители цифрового продукта, состоит не из небольшого количества всевозможных цифровых продуктов, равномерно распределённых среди всех потребителей, а преимущественно из наиболее часто востребованных, что соответствует традиционным законам рынка. Соответственно, развитие той или иной технологии непосредственно связано с частотой её востребования. Таким образом, в первую очередь необходимо поставить вопрос о регулярности применения технологий виртуальной реальности на бытовом уровне в рамках традиционных рутинных действий пользователей и потребителей цифрового продукта. Например, согласно статистическим данным [6], порядка 49% опрошенных пользователей современных мобильных устройств используют данные устройства для просмотра видео-контента и 43 % – используют мобильные устройства для интернет-серфинга и социальных сетей примерно раз в день, 22 % и 27 % – несколько раз в день, а 9 % и 10 % – крайне часто в течение дня.

Таким образом может быть сформулирован ключевой вопрос: по какой причине данные рутинные действия, являющиеся крайне частыми для большого количества пользователей, не могут быть выполнены при помощи VR-систем, реализованных на базе тех же мобильных устройств, которые с большой вероятностью справятся (с вычислительной точки зрения) с обеспечением стабильной работы VR-систем при выполнении данных задач. Такой перенос мог бы позволить существенно увеличить частоту применения технологии виртуальной реальности за счёт массового повседневного использования, как минимум, половиной типичных пользователей мобильных устройств. Очевидно, что это могло бы сформировать развивающуюся цифровую экосистему, стимулируя создание дополнительных технологий, контента и цифровых продуктов.

Тем не менее, ответ на данный вопрос может быть неоднозначен – проблема может быть рассмотрена с нескольких сторон, под разными ракурсами. Например, ответ на поставленный вопрос может включать сразу две составляющие: техническую и экономическую. Техническая составляющая ответа для специалистов в технических отраслях вполне очевидна: слабая разработанность программного обеспечения препятствует переносу ряда задач на компактные VR-системы, без зависимости от степени готовности последних. Таким образом, с точки зрения технического специалиста, проблема технического характера заключается лишь в отсутствии подходящих для регулярного использования программных решений, реализующих некоторые типичные для современных устройств задачи. Экономическая сторона ответа может выглядеть менее однозначной и более противоречивой. С одной стороны, многие IT-гиганты непрерывно «экспериментируют» с системами виртуальной реальности, испробовав различные варианты их применения, однако не всегда это оказывает благоприятное влияние на развитие технологий. Например, корпорация Facebook Inc. в 2014 г. приобрела компанию Oculus VR, таким образом заняв практически главенствующее место среди поставщиков техники и технологий виртуальной реальности. Тем не менее, можно утверждать, что ни один эксперимент данной корпорации с 2014 г. по данный момент не принёс положительного результата, поскольку технологии виртуальной реальности всё ещё не охватили и десятую часть 2,5 млрд. пользователей социальной сети Facebook. Более того, многие малые компании и стартапы, специализирующиеся на технологиях виртуальной реальности, обвиняют компанию Facebook в агрессивном захвате рынка и уничтожении любой конкуренции [7]. С другой стороны, без существенных финансовых вливаний какая-либо инициатива в этой области вряд ли сможет получить реальную возможность закрепления внутри актуальной цифровой экосистемы, так как неизбежной будет конкуренция с действующими держателями соответствующих «ниш».

Феномен цифровой экономики и её составляющих представляет интерес для исследования не только по причине возможности наблюдений событий «в реальном масштабе времени», но и из-за междисциплинарной природы – цифровая экономика одновременно охватывает технические, экономические, а иногда – и философские сферы. Очевидным является тот факт, что цифровая экономика представляет собой кардинально новое явление в истории и технической, и экономической деятельности человечества. Область виртуальной реальности, являясь частью цифровой экономики, может обеспечить промышленность и быт действительно прорывными технологиями, позволяющими раскрыть весь потенциал современных вычислительных и графических устройств. Однако для этого необходимо не просто обеспечить доступ широких масс к данным технологиям, поддерживая функционирование соответствующей цифровой экосистемы, но и сформировать у них интерес, побуждающий не только участвовать в цифровой экосистеме в качестве пассивного звена – потребителя, но и в качестве активного элемента – первооткрывателя цифровых технологий, создателя предпосылок для инноваций, содеятеля стартапов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Гуляев Н.А.* Проблемы и задачи развития технологий виртуальной и дополненной реальности в рамках современной цифровой экономики // В сб. VI Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов, магистрантов и студентов «Фундаментальные и прикладные аспекты компьютерных технологий и информационной безопасности» (ФПАКТИБ-2020). – 2020. – С. 197-201.
2. *Greenwald W.* The Best VR Headsets for 2021 // PCMag.com. – 2021. – URL: <https://www.pcmag.com/picks/the-best-vr-headsets> (дата обращения: 01.03.2021).
3. *Maring J., Johnson J.* Best Phones Under \$200 in 2021 // AndroidCentral.com. – 2021. – URL: <https://www.androidcentral.com/best-android-phones-under-200> (дата обращения: 01.03.2021).
4. *Robertson A.* The ultimate VR headset buyer's guide // Theverge.com. – 2021. – URL: <https://www.theverge.com/a/best-vr-headset-oculus-rift-samsung-gear-htc-vive-virtual-reality> (дата обращения: 01.03.2021).
5. *Иванова А.В.* Технологии виртуальной и дополненной реальности: возможности и препятствия применения // Стратегические решения и риск-менеджмент. – 2018. – № 3. – С. 96-102.
6. Most popular smartphone activities in the United States 2018. – 2021. – URL: <https://www.statista.com/statistics/187128/leading-us-smartphone-activities> (дата обращения: 03.03.2021).
7. *Freedman D.H.* Facebook's Plan to Dominate Virtual Reality And Turn Us into 'Data Cattle' // Newsweek.com. – 2020. – <https://www.newsweek.com/facebook-plan-dominate-virtual-reality-turn-us-data-cattle-1556805> (дата обращения: 11.02.2021).

М.М. Сорокин

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ C++ РАЗРАБОТКИ В UNREAL ENGINE 4

Руководитель – ассистент кафедры математического обеспечения
и применения ЭВМ Н.А. Гуляев

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Unreal Engine 4 имеет оригинальный рабочий процесс, поэтому формирует определённое субъективное впечатление от работы с данным средством разработки ПО. В ходе работы с данным средством разработки ПО разработчик может столкнуться с рядом непривычных или неочевидных, тем не менее, стандартных для процесса C++ разработки на в движке принципов:

- ◆ Gameplay Framework – ряд абстракций, реализованных в виде классов.
- ◆ Система Reflection, управляющая доступом из редактора и классов, реализованных на Blueprint, к классам, свойствам и методам, реализованным на C++.
- ◆ Специфика компонентно-ориентированного подхода к программированию – дополнительный функционал зачастую реализуется как подключаемый компонент.
- ◆ Существенные различия между объектами в понимании ООП и объектами сцены.
- ◆ Сложная система компонентов, ориентированная на многовариантное использование.

После знакомства с данными концепциями и принципами процесс разработки существенно ускоряется. В данной статье рассматривается ряд принципов, являющихся краеугольными камнями разработки на Unreal Engine 4, изучение и последующее задействование которых позволяет эффективно использовать возможности данного средства разработки.

Одним из главных элементов Unreal Engine 4 является Gameplay Framework, представляющий собой ряд глубоко интегрированных абстракций, реализованных в виде классов, каждый из которых содержит некоторую часть логически связанного геймплейного функционала. Помимо того, что без использования элементов Gameplay Framework невозможно реализовать многие аутентичные особенности

движка, использование Gameplay Framework соответствует стандарту разработки на Unreal Engine 4 и существенно упрощает непосредственный процесс разработки [1]. Так, например, класс Actor имеет предопределённую логику получения урона, класс Character содержит предопределённую логику движения персонажа, а GameMode определяет основные используемые в экземпляре игры классы – в частности, классы Pawn (представляющий собой класс персонажа без встроенного функционала движения), контроллера игрока, HUD по умолчанию, а также классы, служащие для репликации данных о состоянии игры и игрока между сервером и клиентами в многопользовательских игровых приложениях.

В общем случае схема создания пользовательской логики выглядит следующим образом: в наследуемых от данных классов переопределяются виртуальные функции, в которых реализуется пользовательская логика. Использование исходного варианта функций определяется специализированной синтаксической конструкцией Super. За счет такой манипуляции становится возможным добавление обработки игровых событий в выбранном разработчиком порядке. Например, в функции BeginPlay() класса GameMode может потребоваться обработать BeginPlay() базового класса, а затем вызвать функцию обработки начала игры. Разумным во многих ситуациях будет описать отдельную функцию HandleDestruction(), которая сперва, например, воспроизводит бы звук и визуальный эффект взрыва, и уже после этого уничтожает объект вызовом функции Destroy().

Также стоит заметить, что классы Gameplay Framework используются при разработке как на C++, так и при помощи Blueprint.

Другой немаловажной особенностью C++ в Unreal Engine 4 является система «рефлексии» (Reflection). Рефлексия – это способность программного модуля выполнять анализ собственного исходного кода непосредственно после компиляции, в том числе – во время выполнения. Стоит отметить, что данная система в «чистом» C++ отсутствует, поэтому при освоении C++ в Unreal Engine 4 от разработчика требуется изучить и использовать данную систему как независимую «надстройку». Применение данной системы позволяет задействовать целый ряд аутентичных особенностей UE4, таких как, в частности, взаимодействие реализованных на C++ и на Blueprint классов, сборка мусора и сериализация объектов. С точки зрения практического применения, объявление таких макросов, как UPROPERTY() и UFUNCTION() перед объявлениями свойств и методов классов соответственно позволяет интерфейсу редактора движка и Blueprint-классам распознавать и использовать их в качестве редактируемых пользователем (дизайнером) значений, что невозможно без указания данных макросов.

Набор предоставляемых спецификаторов очень богат. Например, широко используются в ходе разработки спецификаторы, регулирующие доступ к свойству класса из движка, т.е. то, будут ли предоставляться эти значения для чтения или для чтения и записи, а также то, где предоставляется этот доступ: только значения по умолчанию, только значения в экземпляре класса, либо и те и другие. Ещё один интересный пример: существует макрос, позволяющий открывать доступ к private-свойству для чтения и записи из редактора несмотря на спецификатор доступа private. Кроме того, спецификаторы также отвечают за вывод значений в графический интерфейс, их корректную обработку при изменении значений, границы допустимых значений свойств типов int и float и т.д. [2].

Другая особенность Unreal Engine – компонентно-ориентированный подход, позволяющий эффективно задействовать повторное использование не только частей кода, но и целых иерархий классов. Например, реализация системы здоровья как свойства класса и наследование от него и класса персонажа, и классов противников, а также, к примеру, статичных разрушаемых объектов привели бы к нали-

чию излишних и неиспользуемых свойств и методов у классов. Это, в свою очередь, усложняет структуру классов и повышает нагрузку на систему во время выполнения. Именно поэтому разработчикам предлагается компонентно-ориентированный подход как способ «по умолчанию»: для каждого класса подключаются только те компоненты, которые необходимы в рамках конкретной ситуации. Так, за счёт выноса функционала по работе со здоровьем (аналогично с другими системами) в отдельный компонент, упрощается и процесс разработки функционала, и структура классов. В разработанном в рамках производственной практики проекте для компонента HealthComponent использовались два свойства (количество очков здоровья – текущее и по умолчанию) и один метод, привязанный ко встроенному делегату получения урона. В рассматриваемом проекте такой компонент был подключен ко всем объектам противников. В дальнейшем при расширении его также возможно будет подключить, например, к турели-игроку, если потребуется реализация стрельбы противников по игроку.

Также интерес представляют и несколько неочевидных моментов, которые могут определённым образом повлиять на процесс разработки.

Во-первых, при написании C++ классов принято использовать «forward declaration». Это означает, что подключаемые директивой #include классы фактически подключаются не в заголовочном файле (с расширением .h), а в файле с непосредственным кодом (.cpp). В заголовочном файле вместо этого указывается лишь его объявление. За счёт этого, например, возможна взаимная рекурсия, которую невозможно было бы реализовать при стандартном подключении заголовочных файлов.

Во-вторых, подразделение на UObject и AActor (здесь и далее для наглядности применяется префиксное правило именования типов в движке). UObject – это любой объект (в понимании ООП), которым манипулирует движок. AActor (и все производные от него) – это те объекты, которые могут располагаться в игровой сцене. Важно отметить, что UActorComponent (родительский для всех компонентов) наследует от UObject, при этом он присутствует в сцене (например, UStaticMeshComponent, который имеет геометрическую форму, текстуру и т.д., однако появляется в сцене только при присоединении к AActor).

Затем, компоненты подразделяются на унаследованные от USceneComponent и UActorComponent. USceneComponent имеет координаты относительно родителя, а UActorComponent – нет. Для примера, USceneComponent является базовым классом для компонента-меша и используется в разработанном проекте для установки точки и направления для появления снарядов при стрельбе из турели, а UActorComponent является родительским для упомянутого UHealthComponent и UProjectileMovementComponent (который реализует функционал движения снаряда по сцене, но при этом ему самому не нужно располагаться в конкретной точке на игровой сцене).

Кроме того, контейнеры для, например, нескольких типов снарядов желательно объявлять в C++ классе, там же реализовывать логику, связанную с ними, но заполнять их принято именно в Blueprint-классе.

Подводя итоги, необходимо отметить значимость навыка программирования на языке C++ при разработке на Unreal Engine 4. C++ имеет неоспоримое преимущество по сравнению со многими другими языками программирования – скорость. При программировании на C++, доступно наследование от нескольких различных классов (например, FTickableGameObject или различные подсистемы), что невозможно реализовать в системе Blueprint. Проведение код-ревью Blueprint требует наличие установленного движка, поскольку Blueprint представляют собой бинарные файлы, а код на C++ хранится в текстовых файлах, что позволяет проверять

его даже с помощью стандартных текстовых редакторов типа «Блокнот». Кроме того, владение C++ позволяет разработчику производить модификации самого движка под конкретные нужды, чего Blueprint не предоставляет.

Следует помнить, что Blueprint и C++ – это не взаимоисключающие инструменты, поэтому применяются они также по-разному, на усмотрение разработчика, в зависимости от ситуации. Так, разработка посредством Blueprint позволяют менять логику приложения без повторной компиляции кода, при помощи Blueprint может быть разработана «высокоуровневая» логика, что востребовано при разработке пользовательских модификаций и дополнений. Компиляция Blueprint-файлов происходит достаточно быстро, что позволяет вносить изменения практически «на лету». Кроме того, совместно с классами, разработанными на C++, как правило, используются Blueprint-классы: именно в них производится настройка описанной на C++ логики, например, для размещения разработанного актора на сцене от C++ класса наследуется Blueprint-класс, в котором могут настраиваться исходные значения, используемые полигональная сетка, материал-шейдер и т.п.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Unreal Gameplay Framework Guide for C++ // Tom Looman Unreal Engine Tutorials and Game Development Blog. – URL: <https://www.tomlooman.com/ue4-gameplay-framework/> (дата обращения: .02.2021).
2. Property Specifiers // Unreal Engine 4 Documentation | Unreal Engine Documentation. – URL: [https://docs.unrealengine.com/en-US/ProgrammingAndScripting/GameplayArchitecture/ Properties/Specifiers/index.html](https://docs.unrealengine.com/en-US/ProgrammingAndScripting/GameplayArchitecture/Properties/Specifiers/index.html) (дата обращения: 15.03.2021).

П.А. Ледерер, Д.С. Кочубей

РЕАЛИЗАЦИЯ КРИПТОАЛГОРИТМА "КУЗНЕЧИК" НА ПЛИС

Руководитель – к.п.н., доцент кафедры интеллектуальных и многопроцессорных систем Б.Е. Механцев

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Широкое применение криптографических систем в самых разных областях деятельности делает актуальной аппаратно-программные криптосистемы. Базовым требованием к таким системам является сочетание высокой скорости, не всегда достижимой при реализации на процессоре и комфорте в работе и отладки, трудно обеспечиваемой при чисто аппаратной реализации. Для разрешения этого противоречия в представленных результатах работы система была реализована комплексно. Система включает аппаратный блок, реализующий криптоалгоритмы и процессор для организации обмена данными. Оба блока, а также интерфейсы, небольшой объем оперативной памяти и сопутствующие интерфейсы реализованы на одной FPGA в составе отладочной платы Artu.

Преимущества аппаратной реализации. Помимо скорости данное исполнение является более надёжным и безопасным чем программное. Чаще всего подобные устройства применяются в компаниях и организациях занимающихся работой с большими объёмами конфиденциальной или секретной информации.

Принципы работы криптоалгоритма кузнечик. Криптоалгоритм кузнечик является блочным алгоритмом шифрования. Длина блока данных составляет 128 бит, ключа шифрования – 256 бит. Работа алгоритма основана на сетях Фейстеля, благодаря этому "Кузнечика" удобно реализовывать аппаратно:

1. X-функция, побитовое “исключающее или” (далее XOR) блока данных и раундового ключа (генерацию раундового ключа будет разобрана позднее).

2. S-функция, нелинейное преобразование. Побайтовая замена одних значений на другие в соответствии с таблицей констант.

3. L-функция, линейное преобразование. Каждый байт блока умножается на коэффициент в поле Галуа, после чего производится суммирование всех байтов блока с записью результата в конец со сдвигом влево.

Эти шаги повторяются на протяжении 9-и раундов, на 10-ом выполняется только X-функция.

Генерация раундовых ключей. Процесс генерации раундовых так же основан на сети Фейстеля и во многом последовательность действий аналогична таковой в основном алгоритме, но есть ряд отличий.

Сначала мастер-ключ(256 бит) делится пополам, будем называть их правой и левой. Этапы создания раундового ключа:

1. X-функция. Происходит побитовый XOR. Левая часть ключа складывается с итерационными константами (заранее рассчитанными, приведём их расчёт позже).

2. S-функция. Выполняется побайтовая замена с левой частью мастер-ключа.

3. L-функция. Нелинейное преобразование, так же над левой частью.

4. Снова Xm-функция. Последний этап, XOR с правой половиной исходного ключа. Далее правая и левая часть меняются местами.

Далее преобразования X,S,L и Xm повторяются с правой частью 8 раз для получения новой пары ключей (8 раундов сети Фейстеля на каждую пару ключей). На первом раунде генерация раундового ключа не происходит, в качестве раундового ключа используется левая часть master-ключа. На втором раунде мы так же не генерируем ключ, взяв правую часть мастер-ключа, а вот для третьей уже требуется выполнить 8 итераций сети Фейстеля.

Особенности реализации. Наша реализация алгоритма “Кузнечик” отличается от эталонной описанной в ГОСТ 34.12-2018. Было принято решение, для упрощения отладки и симуляции, уменьшить размеры блока данных со 128 до 16 бит и длину ключа с 256 до 32 бит. Так же было уменьшено количество раундов, у нас их 4 вместо 10. В остальном алгоритм остался неизменным.

Работа проводилась с отладочной платой Artu A7-35 имеющей ПЛИС(модель – XC7A35TICSG324-1L). На плате располагается jtag-программатор, 256 мб оперативной памяти, множество GPIO портов и портов расширения для подключения датчиков и других устройств, а так же поддерживает Microblaze.

Microblaze и ip-ядро. “Мозгом” системы является soft-процессор Microblaze. По сути своей это 32-ух битный процессор с RISC архитектурой. Он способен обеспечивать связь с периферийными устройствами средствами встроенных шин. На процессоре Microblaze можно запустить ряд операционных систем (Linux, FreeRTOS и тд). При этом программист способен выбирать какие функции процессора ему нужны и при необходимости удалять неиспользуемые для увеличения скорости работы системы.

Логика работы устройства при использовании Microblaze описывается на языках C/C++ в специальном SDK. Так же есть возможность подключения к Microblaze специализированных блоков (IP-блоков или IP-ядер), для выполнения определённых операций. Именно таким блоком будет наш криптоалгоритм. Окончательная архитектура системы представлена на рис. 1.

Симуляция работы алгоритма. Реализация криптосистемы на FPGA осуществлялась на языке VHDL. Использованы IP ядра для организации процессора Microblaze и типовых интерфейсных блоков. Проектирование и симуляция системы проводилась в IDE Vivado. Результат симуляционных тестов представлены на рис. 2.

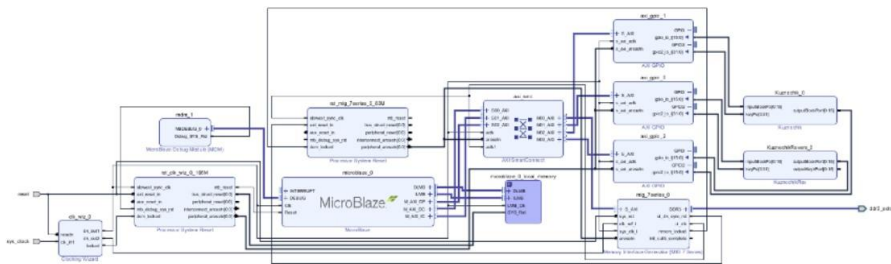


Рис. 1. Окончательная архитектура системы

Name	Value
> inputBlock[0:15]	b1bc
> outputBlock[0:15]	4e43
> leftKey[0:31]	ffffff

Name	Value
> inputBlock[0:15]	4569
> outputBlock[0:15]	b1bc
> leftKey[0:31]	00000000

Рис. 2. Результаты тестов

С исходным кодом проекта можно ознакомиться по ссылке: <https://github.com/FriZik/FPGA>.

Дальнейшее развитие. Одним из путей дальнейшего улучшения является использование конвейерных вычислений для распараллеливания однотипных задач. Так же в будущем возможно взять ПЛИС семейства Zynq, в них аппаратно присутствует ядро ARM Cortex A9, на которое возможно переложить функции, сейчас возложенные на MicroBlaze, тем самым дополнительно увеличив скорость обработки данных.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Криптографический алгоритм «Кузнечик»: просто о сложном // Habr. – URL: <https://habr.com/ru/post/45900>.
2. Разработка процессорной системы на базе софт-процессора MicroBlaze в среде Xilinx Vivado IDE // fpga-systems. – URL: https://fpgasystems.ru/publ/xilinx/microblaze/razrabotka_processornoj_sistemy_na_baze_soft_processora_microblaze_v_srede_xilinx_vivado_ide_hlx_chast_2/10-1-0-7
3. Creating a custom IP block in Vivado // Fpga-developer. – URL: <http://www.fpgadeveloper.com/2014/08/creating-a-custom-ip-block-invivado.html>.
4. Библио П.Н. Основы языка VHDL. – Либроком, 2016.
5. Левин И.И., Механцев Б.Е. Лабораторные работы по дисциплине "ПЛИС-технологии и методы создания эффективных прикладных программ для ПЛИС". – Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2017.
6. Xilinx. – URL: <https://www.xilinx.com/products/silicon-devices.fpga.html> (дата обращения: 31.04.2020).

А.С. Захарчук

**СРАВНЕНИЕ КОНСТРУКТОРОВ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ
ДЛЯ ИНТЕГРАЦИИ С ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНАМИ НА ПЛАТФОРМЕ
MAGENTO**

Руководитель – к.т.н., доцент кафедры математического обеспечения
и применения ЭВМ Л.В. Пирская

Южный федеральный университет, г. Таганрог

В настоящее время в интернете можно найти сотни и тысячи различных интернет-магазинов: от небольших компаний и частных фирм до глобальных продавцов в виде больших компаний. Всех их объединяет одна проблема – способ предоставить свои услуги покупателям в удобном для покупателя виде. Чем покупателю удобнее пользоваться интернет-магазином и выбирать там товары или услуги, тем более вероятно, что он купит какой-либо продукт.

По данным исследований [1] люди все больше времени проводят в интернете именно с мобильных устройств, а не с персональных компьютеров.

К примеру, еще в 2018 году жители США тратили 3,6 часа в день на мобильные устройства и всего 2 часа в день на настольных компьютерах или ноутбуках. Сейчас количество пользователей смартфонов увеличивается по всему миру, и разница в интернет-трафике растёт.

Более того, недостаточно только иметь мобильную верстку пользовательской части сайта. Намного чаще пользователи стали пользоваться мобильными приложениями – они работают быстрее, чем веб-версии, могут дольше сохранять в себе данные пользователя, не завися от браузера пользователя.

Разработка мобильного приложения достаточно трудоемкая задача. Нужно разработать два приложения для двух самых популярных платформ – iOS и Android. Для быстрой реализации мобильных приложений были разработаны специальные конструкторы, позволяющие быстро получить приложения для мобильного телефона.

В данной работе будет рассмотрено несколько примеров таких конструкторов мобильных приложения. В качестве платформы интернет-магазина была выбрана Magento от Adobe. Эта платформа позволяет работать с мобильными приложениями или другими сервисами по REST API. Также Magento предоставляет готовый функционал интернет-магазина, то есть вся логика будет на стороне веб-сервиса. Таким функционалом будем называть возможностями «из коробки» – их предоставляет Magento после установки.

Mobile App Builder. В первую очередь я хотел бы рассмотреть сервис Mobile App Builder от SimiCart [2]. Как заявляет разработчик, App Builder – это комплексное решение для создания мобильного приложения Magento для iOS и Android. Приложение будет полностью синхронизировано с вашим веб-сайтом, включая продукты, категории, языки, просмотры магазинов;

Данный конструктор совместим со всеми версиями Magento 2 и выше. Это позволяет гибко применять конструктор, так как в данный момент новые решения создаются именно на этих версиях Magento, а также существующие магазины могут быть на разных версиях платформы 2 и выше.

Также, этот конструктор поддерживает не только open-source версию платформы Magento, а также платную версию Commerce, имеющую «из коробки» куда больший функционал.

Само расширение для Magento условно-бесплатно, но при этом для работы требуется платная подписка. Цена вариативна, и, скорее всего зависит от уровня магазина и количества работающего функционала – продавец не описывает процесс ценообразования подробно.

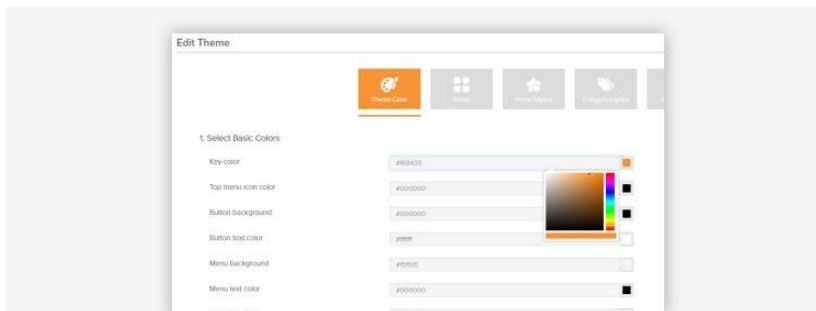


Рис. 1. Настройка цветовой гаммы приложения

Данный конструктор поддерживает и реализует в приложении следующие возможности Magento:

- ◆ общие функции: собственное приложение, поддержка iOS и Android, прямая интеграция с Magento, поддержка всех типов продуктов, 3 стиля макета домашней страницы;
- ◆ локализация: многоязычный, мультивалютный, просмотр нескольких магазинов;
- ◆ продвижение приложения: push-уведомления, указатель магазина, список желаний, коды купонов, индексирование приложений Google, смарт-баннер;
- ◆ управление каталогом: галерея изображений продуктов, просмотр списка продуктов / таблица, фильтр продуктов, сортировка продуктов, обзор продукта, видео о продукте, этикетка продукта, сканер штрих-кода / QR-кода;
- ◆ управление кассами: автозаполнение адреса, управление информацией кассы, собственное оформление заказа;
- ◆ аналитика приложений: Firebase (может быть интегрирована с Google Analytics), Facebook Analytics;
- ◆ платежи: банковский перевод, наложенный платеж, заказ на покупку, PayPal Express, Braintree, другие способы оплаты;
- ◆ доставка: единая ставка, бесплатная доставка, табличные цены, доставка в магазине, UPS, USPS, FedEx, DHL;
- ◆ другие функции: голосовой поиск, поиск изображений, вход в Facebook, функция чата через веб-просмотр и SDK.

Стоит оговориться, что данный список функционала заявляется создателями как возможности приложения, но большая часть этих задач – присутствует в Magento в ее первоначальном виде серверного решения веб-магазина, и почти все эти функции поддерживают конструкторы-аналоги.

Mobikul Mobile App Builder. Решение от Mobikul [3] мало чем отличается от предыдущего, основное отличие в версиях и способе оплаты использования. Этот конструктор оценивается в 399 долларов США на сайте Adobe, и позволяет купить подписку о поддержке и гарантии на срок полгода или год.

Данный конструктор поддерживает только версию OpenSource Magento 2, это значит, что функционал более продвинутой версии Magento здесь скорее всего не предусмотрен и продавцу придется дорабатывать мобильное приложение самостоятельно.

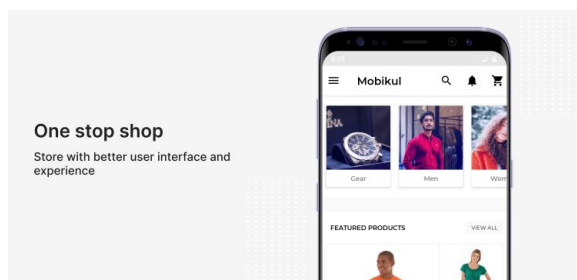


Рис. 2. Внешний вид приложения конструктора от Mobikul

MageMob App Builder for Magento 2. Это решение [4] отличается от предыдущих в основном моделью распространения. Здесь, авторы конструктора предлагают заплатить по 249 долларов США за каждую версию мобильного приложения iOS или Android. Или (на момент написания статьи) заплатить 399 за оба приложения сразу. При этом авторы предлагают помощь в оформлении приложения в AppStore или GooglePlay.

Данный конструктор поддерживает обе версии Magento 2 – commerce и opensource, а также версии Magento 2.x.

Интересно, что разработчики предлагают не только помощь в создании и реализации приложения на рынок, а также бесплатное добавление метода оплаты на выбор из определенного списка (метода оплаты, которых нет в Magento «из коробки»). Это позволит более гибко потратить ресурсы при создании приложения, так как самостоятельная интеграция с платежным сервисом может быть очень трудоемкой.

Сравнительный анализ. Для сравнительного анализа конструкторов мобильных приложений были выбраны следующие критерии:

- 1) поддержка обеих операционных систем: iOS, Android;
- 2) поддержка более дорогой версии платформы Magento 2 Commerce;
- 3) стоимость для покупателя;
- 4) поддержка производителя, возможность доработки приложения авторами конструктора.

Таблица 1

Сравнение конструкторов мобильных приложений

Критерий	Mobile App Builder	Mobikul Mobile App Builder	MageMob App Builder
iOS/Android	Да/да	Да/да	Да/да (есть выбор)
Поддержка Magento Commerce	Да	Нет	Да
Стоимость	Цена подписки – не указана без коммерческого предложения	29 260 руб.	29 260 руб. (или 18 260 за каждую ОС на момент написания статьи)
Поддержка	Не указано	Платная поддержка на 6-12 мес за 11 733 - 14 666 руб. соответственно	Бесплатная поддержка 90 дней

Подводя итоги, можно сказать, что конструктор от MageMob - App Builder for Magento 2 получается если не дороже аналога от Mobikul, то при этом предоставляет большую поддержку функционала Magento, имеет срок бесплатной поддержки. При этом решение от MageMob имеет опцию выбора операционной системы, что может позволить сэкономить до половины суммы при выходе на ограниченный рынок мобильных устройств.

Все приведенные в обзоре конструкторы ограничены функционалом Magento «из коробки», так как приложения работают по предоставленному платформой REST API. Поэтому решения таких конструкторов не будут предполагать поддержки своих собственных доработок – их придется реализовывать своими силами. Поэтому есть смысл брать самое дешевое решение, покрывающее основной функционал каталога, оплаты, личного кабинета, и процесса покупки, и после этого дорабатывать приложение под собственные нужды. В данном случае оптимальным решением является MageMob App Builder for Magento 2.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. 28 Mobile App Statistics to Know In 2020 // MindSea. – URL: <https://mindsea.com/app-stats-2/c> (дата обращения: 06.03.2021).
2. Mobile App Builder // Magento. – URL: <https://marketplace.magento.com/simi-module-simiconnector.html/> (дата обращения: 07.03.2021).
3. Mobikul Mobile App Builder // Magento. – URL: <https://marketplace.magento.com/webkul-magento2-mobikul.html/> (дата обращения: 07.03.2021).
4. MageMob App Builder for Magento 2 // AppJetty. – URL: <https://www.appjetty.com/magento2-mobile-app-builder.htm/> (дата обращения: 10.03.2021).

И.Г. Антюхин

РАЗРАБОТКА КРОССПЛАТФОРМЕННОГО МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ «ДНЕВНИК ЦЕЛЕЙ»

Руководитель – старший преподаватель кафедры математического обеспечения и применения ЭВМ И.Ю. Балабаева

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Введение. Не всегда наши желание выработать в себе полезную привычку, добиться поставленной цели приводят к желаемому результату. Данное приложение призвано помочь решить эту проблему. Оно позволяет создавать публичные и приватные цели и отмечать прогресс по их достижению. Публичные цели видны всем пользователям, приватные – только создателю.

Ключевой особенностью и отличием приложения от аналогов (Trello, Тренер привычек Loop) являются элементы соц. сети – поиск пользователей, подписка на их обновления, лента активности, отметки «мне нравится» на активностях пользователей и добавление комментариев в ленте активностей. Приватные цели и активность по ним не отображаются в ленте активности у подписчиков.

На момент публикации приложение находится на стадии разработки.

Пользовательский интерфейс. В приложении будут присутствовать следующие экраны:

- ◆ экран регистрации с полями: имя, никнейм (выступает в качестве логина) и два поля с паролем и его подтверждения и кнопкой регистрации;
- ◆ экран входа с двумя полями – логин, пароль и кнопкой входа;
- ◆ профиль – содержит информацию о пользователе: логин, поле и кнопка для смены пароля, статус (сообщение о себе), имя;

- ◆ экран со списком целей пользователя; есть кнопки для добавления цели;
- ◆ экран детализации цели – экран с подробным описанием цели и возможностью отредактировать её;
- ◆ страница активности пользователя – на ней располагаются карточки целей, доступных для выполнения (активных); можно отметить (снять отметку) о выполнении задачи на сегодня; также можно написать комментарий к выполнению;
- ◆ экран с лентой активности – в нём содержатся активности тех пользователей, на которых осуществлена подписка; когда пользователь отмечает прогресс по публичной цели, все его подписчики смогут увидеть это на этом экране поддержать, поставив «лайк»;
- ◆ экран со списком подписчиков; при нажатии на подписчика из списка открывается профиль этого подписчика;
- ◆ экран со списком целей других пользователей, которые были добавлены в избранное на странице другого пользователя;
- ◆ экран настроек – содержит настройки приложения;
- ◆ боковое меню – содержит ссылки на экраны “Мои цели”, “Профиль”, “Моя активность”, “Отслеживаемые”, “Лента”, “Друзья”, “Настройки”.

Используемые технологии. Для реализации приложения используется Flutter. Flutter – это SDK с открытым исходным кодом для создания мобильных приложений от компании Google. Он используется для разработки приложений под Android и iOS, web-приложений, Windows, Mac и Linux, а также это пока единственный способ разработки приложений под Google Fuchsia[1].

Для реализации онлайн части (публичные цели, лента активности) и хранения данных пользователей планируется использовать NoSQL облачную базу от Google – Firebase. Цели пользователя и вся сопутствующая информация синхронизируются с ней. По сути облачная база является просто резервуаром для данных всех пользователей, а клиентское приложение будет делать необходимые запросы к базе для получения, например, списка подписчиков, для загрузки ленты активности и т.п.

Архитектура приложения. В приложении используется чистая архитектура. Эта концепция построения архитектуры систем, предложенная Робертом Мартином (ещё известным как Дядюшка Боб).

Концепция имеет следующие преимущества:

- ◆ **Независимость от фреймворка.** Архитектура не зависит от существования какой-либо библиотеки. Это позволяет использовать фреймворк в качестве инструмента, вместо того, чтобы втискивать свою систему в рамки его ограничений.
- ◆ **Тестируемость.** Бизнес-правила могут быть протестированы без пользовательского интерфейса, базы данных, веб-сервера или любого другого внешнего компонента.
- ◆ **Независимость от UI.** Пользовательский интерфейс можно легко изменить, не изменяя остальную систему. Например, веб-интерфейс может быть заменен на консольный, без изменения бизнес-правил.
- ◆ **Независимость от базы данных.** Вы можете поменять Oracle или SQL Server на MongoDB, BigTable, CouchDB или что-то еще. Ваши бизнес-правила не связаны с базой данных.
- ◆ **Независимость от внешних сервисов.** По факту ваши бизнес правила просто ничего не знают о внешнем мире.

Концентрические круги на рис. 1 представляют собой различные слои программного обеспечения. Внешние круги – механика. Внутренние круги – политика.



Рис. 1. Схематическое изображение чистой архитектуры

Главным правилом, делающим эту архитектуру работающей является Правило Зависимостей. Это правило гласит, что зависимости в исходном коде могут указывать только во внутрь. Ничто из внутреннего круга не может знать что-либо о внешнем круге, ничто из внутреннего круга не может указывать на внешний круг [2].

В моём приложении слой сущностей представляет собой набор классов представляющих сущности и API для работы с различными хранилищами данных (Hive – локальное хранилище, Firebase – облачное хранилище).

В слое сценариев представляет собой набор заготовленных прецедентов работы приложения. Также, в нём присутствуют классы для трансформации сырых данных в формат удобный для дальнейшего использования в приложении.

В слое интерфейсов-адаптеров используется паттерн «BLoC» – компонент бизнес-логики (далее – блок). Он также служит для управления состояниями приложения.

Внешний слой – это непосредственно сам UI, который знает и взаимодействует только с блоком. Он передает события (действия пользователя) блоку и тот генерирует состояние, а слой UI приводится в соответствие с этим состоянием.

Заключение. Данное приложение будет полезно каждому, кто желает изменить свою жизнь к лучшему, выработав пару полезных привычек. А делать это с друзьями проще и веселее – ведь приложение будет работать как на Android, так и на iOS. Именно публичные цели должны стать основным мотиватором для достижения целей с данным приложением. «Вместе – легче!» – таков слоган моего проекта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Интернет-ресурс Википедия – свободная энциклопедия. Статья «Flutter (SDK) – Википедия». – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Flutter_\(SDK\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Flutter_(SDK)) (доступ свободный).
2. Интернет-ресурс Habr. Статья «Чистая архитектура». – URL: <https://habr.com/ru/post/269589/> (доступ свободный).

С.В. Широкобородов

ПРОЕКТИРОВАНИЕ WEB-ПОЛИГОНА АЛГОРИТМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

Руководитель – старший преподаватель кафедры математического обеспечения и применения ЭВМ И.Ю. Балабаева

Южный федеральный университет, г. Таганрог

В данной работе представлен обзор разрабатываемого клиент-серверного приложения – автоматизированной системы проверки навыков проектирования алгоритмических моделей и решения задач по алгоритмическим моделям. В работе будут рассмотрены: цель разработки системы, её возможности, используемые средства, архитектура системы, процесс проектирования, а также направления развития системы.

1. Цель разработки. Целью разработки данной системы является создание среды для проверки навыков проектирования алгоритмических моделей и решения задач по алгоритмическим моделям. Разрабатываемая система предназначена для использования преподавателями дисциплины «Программирование и основы теории алгоритмов» и студентами, изучающими данную дисциплину.

Начальная версия системы позволит преподавателям проводить автоматизированные контрольные мероприятия по теме «Теория алгоритмов» дисциплины. В дальнейшем планируется ввести возможность самостоятельной подготовки для студентов.

2. Возможности системы. Разрабатываемая система позволит преподавателям проводить автоматизированные контрольные мероприятия в рамках дисциплины «Программирование и основы теории алгоритмов». Они смогут разрабатывать задачи с использованием поддерживаемых алгоритмических моделей и объединять данные задачи в работы с последующим их назначением группам студентов.

Для задачи преподаватель сможет выбрать используемую алгоритмическую модель, создать набор тестов с назначением веса каждому, а также разработать эталонное решение с использованием конструктора соответствующей модели; на данном решении рассчитываются выходные данные тестов, с которыми в дальнейшем будут сравниваться решения студентов.

Преподаватель сможет объединять задачи в работы и таким образом проводить контрольные мероприятия. Для каждой работы он сможет определить задачи, входящие в неё, назначить группы, а также указать даты открытия и закрытия работы и ограничение по времени на её решение.

Студент, в свою очередь, сможет решать назначенные ему работы. Для каждой задачи он сможет разработать модель, используя конструктор, аналогичный тому, что доступен преподавателю. Разработанное решение студент сможет проверить на своих собственных входных данных. При сдаче решения оно проверится на тестах, сохраняется, и студент получает оценку по шкале 0–100. Студент сможет отправлять решения неограниченное число раз; для его удобства, в системе будет предусмотрена возможность сохранять решения в файл и впоследствии загружать их.

Студенты будут иметь доступ к своим оценкам и возможность просматривать как общие оценки за работы, так и оценки за индивидуальные задачи в их составе. Преподаватели будут иметь полный доступ ко всем оценкам в системе, с возможностью структурирования информации по отдельным задачам, работам или студентам.

3. Средства разработки. Разработка системы производится на платформе .NET и её расширении ASP.NET Core [1]. Серверная и клиентская логика разрабатываются с использованием технологии Blazor [2]. В качестве графического интерфейса пользователя используется библиотека компонентов Bootstrap [3]. Для хранения данных используется СУБД SQL Server [4].

4. Архитектура системы. Разрабатываемая система разделена на несколько подсистем: задач, работ и аналитики.

Подсистема задач включает в себя как общие для всех задач компоненты – создания, управления и решения, – так и специфические, отвечающие за работу с определёнными алгоритмическими моделями. Каждый из таких модулей предоставляет конструктор и симулятор модели, а также возможности импорта/экспорта.

Подсистема работ позволяет группировать задачи в работы, обеспечивает контроль доступа к задачам за счёт назначения групп и ограничений по датам и времени, а также подводит итоги и сохраняет результаты решений.

Подсистема аналитики предоставляет студентам возможность доступа к своим результатам, а преподавателям – просмотра всех результатов и получения статистики с возможностью структуризации информации по различным категориям.

5. Проектирование системы

5.1. Пользователи системы. В системе присутствуют пользователи двух ролей: «Преподаватель» и «Студент».

Преподаватели имеют доступ ко всем возможностям системы. Они могут управлять задачами, работами и группами: создавать, редактировать, удалять. Преподаватели также могут просматривать полную статистику по всем аспектам системы: результаты всех студентов, рейтинги и результаты работ и отдельных задач.

Студенты имеют доступ только к двум возможностям системы: решение работ и задач и просмотр своих предыдущих результатов.

5.2. Структура хранилища данных системы. На рис. 1 приведена общая структура базы данных, которая будет использоваться системой.

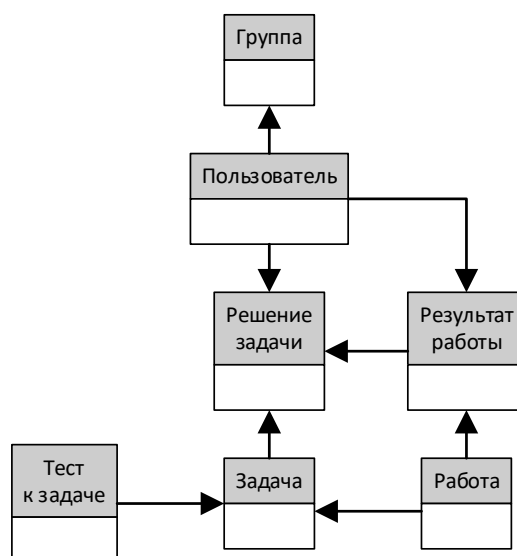


Рис. 1. Структура хранилища данных системы

5.3. Пользовательский интерфейс клиентской части приложения. Все страницы web-приложения можно разделить на три части: общие, страницы студента и страницы преподавателя.

Общие страницы:

- ◆ главная страница – на данной странице находятся общая информация о системе и форма авторизации пользователей;
- ◆ страница руководства пользователя – на данной странице расположено руководство пользователя системы.

Страницы студента:

- ◆ страница работ – содержит список назначенных и доступных студенту работ;
- ◆ страница работы – отображает список задач работы, текущие результаты и оставшееся время;
- ◆ страница задачи – содержит три вкладки: описание задачи, конструктор модели и проверка на пользовательских данных. На странице также находятся элементы для отправки текущего решения на проверку и управления моделью (сохранение и загрузка);
- ◆ страница результатов – отображает все завершённые работы, назначенные студенту. По каждой работе отображается общая оценка и результат по каждой задаче.

Страницы преподавателя:

- ◆ страница задач – содержит список задач в системе. Есть возможность отобразить все задачи или только задачи по выбранной модели, а также создать новую задачу;
- ◆ страница редактирования задачи – содержит три вкладки: описание, конструктор эталонного решения и список тестов. На странице также находятся элементы управления: сохранение и отмена изменений, удаление задачи;
- ◆ страница работ – содержит список работ в системе. Есть возможность отобразить активные либо архивированные работы, а также создать новую работу или продублировать существующую;
- ◆ страница редактирования работы – содержит три вкладки: свойства работы, список задач и назначенные группы. На странице также находятся элементы управления: сохранение и отмена изменений, удаление работы;
- ◆ страница групп – содержит список групп системы. Есть возможность отобразить активные либо скрытые группы, а также создать новую группу.
- ◆ страница редактирования группы – содержит название группы и список студентов. На странице также находятся элементы управления: сохранение и отмена изменений, удаление группы;
- ◆ страница статистики – содержит три вкладки: задачи (результаты каждого студента по задаче и её средний рейтинг), работы (результаты каждой группы по работе и её задачам, а также средний рейтинг работы) и студенты (результаты студента по его работам и задачам).

Заключение. Описанные в данной работе возможности системы не являются окончательными. В частности, подсистема задач предполагает дальнейшее расширение за счёт внедрения поддержки новых алгоритмических моделей.

Одной из приоритетных задач является подключение платформы удостоверений Microsoft [5] и интеграция разрабатываемой системы с Azure Active Directory [6] ЮФУ для обеспечения доступа к существующим учётным записям и повышения удобства пользователей.

Как было упомянуто в начале работы, дальнейшее внедрение системы в учебный процесс также предполагает предоставление студентам возможности использования системы не только в контрольных мероприятиях, но и в процессе подготовки к ним.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ASP.NET documentation | Microsoft Docs. – URL: <https://docs.microsoft.com/en-us/aspnet/core/> (доступ свободный).
2. Introduction to ASP.NET Core Blazor | Microsoft Docs. – URL: <https://docs.microsoft.com/en-us/aspnet/core/blazor/> (доступ свободный).
3. Introduction • Bootstrap v5.0. – URL: <https://getbootstrap.com/docs/5.0/getting-started/introduction/> (доступ свободный).
4. SQL Server technical documentation – SQL Server | Microsoft Docs. – URL: <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/sql-server/> (доступ свободный).
5. Microsoft identity platform documentation | Microsoft Docs. – URL: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/active-directory/develop/> (доступ свободный).
6. Microsoft identity platform and Azure Active Directory with ASP.NET Core | Microsoft Docs. – URL: <https://docs.microsoft.com/en-us/aspnet/core/security/authentication/azure-active-directory/> (доступ свободный).

Е.И. Зиненко

**РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ МОНИТОРИНГА
ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ ДЛЯ УСТРОЙСТВ
ПОД УПРАВЛЕНИЕМ IOS НА ЯЗЫКЕ SWIFT**

Руководитель – старший преподаватель кафедры математического обеспечения
и применения ЭВМ А.В. Проскураков

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Данная работа написана с целью формулировки задач для проектирования мобильного приложения для мониторинга индивидуальных параметров пользователя, и обоснования актуальности данной разработки. В рамках данной статьи рассмотрено проектирование, затронуты моменты реализации: выбранные технологии и принципы разработки, обосновано их использование.

Что из себя должно представлять данное приложение и как зародилась идея его создания? Существует довольно популярный метод отслеживания настроения «год в пикселях» [1]. Люди расчерчивают в своём блокноте таблицу, состоящую из 365/366 квадратов, каждый квадрат – день в году, который закрашивается определенным цветом в зависимости от настроения автора таблицы в определенный день. Таким образом в конце года получается яркое «пиксельное» полотно, наглядно и просто отражающее общее состояние человека в течение года.

Чертить подобную таблицу дело трудоемкое, хоть и является частью самой концепции. И, естественно, на подъеме популярности «пиксельных дневников» на рынке начали появляться мобильные приложения, реализующие эту идею. Обращение к аналогам является полезной практикой при разработке программного продукта. Это помогает увидеть схожести и различия разрабатываемой системы с аналогами; избежать возможных ошибок, допущенных проектировщиками, дизайнерами и разработчиками или же, напротив, позаимствовать хорошие практики. При проектировании приложения, являющегося предметом данной статьи, вышеописанный этап пропущен не был. В результате были сделаны некоторые выводы, которые будут представлены ниже.

Первым делом стоит определить функционал, доступный пользователю, установившему описываемое приложение. За основу взята вышеописанная концепция «года в пикселях» и несколько расширена:

1. Пользователь должен видеть календарь в формате цветного «пиксельного полотна», где каждый «пиксель» – день, закрашенный цветом, соответствующим определенному признаку.

2. Пользователь должен иметь возможность выбрать назначение своего пиксельного полотна, т.е. параметр, который он собирается отслеживать. Допустим, человек хочет видеть динамику своего давления: он выбирает из предложенного списка цвета и сам назначает за что каждый отвечает и сколько их должно быть.

3. Пользователь должен иметь возможность создавать множество пиксельных досок, т.е. по желанию можно отслеживать несколько параметров одновременно.

4. Помимо пиксельного отображения, следует добавить возможность отображать информацию в виде графиков (каких именно будет определено в ходе разработки).

5. Пользователь должен иметь возможность авторизоваться в системе, таким образом при смене устройства данные останутся в сохранности.

6. У пользователя приложения должен быть личный кабинет, в котором можно будет менять цветовую схему, создавать доски, настраивать оповещения.

Первым, что видит пользователь, открывая приложение, это, конечно, дизайн. Следовательно, стоит обратить особое внимание на UI/UX дизайн приложения. UI (User Interface) или «пользовательский интерфейс», это реализация именно визуальной части: цвета, шрифт, иконки, размер контента. UI - это первое что будет оценивать пользователь, открыв приложение. Визуальная часть может быть важным фактором, влияющим на решение пользователя в выборе приложения, ведь предполагается, что данные должны заноситься в систему каждый день. UX (User Experience) или «опыт пользователя» определяет тот опыт, ощущения, которые получает пользователь при работе с приложением. Здесь продумывается логика и user flow – визуальное представление последовательности действий, которые пользователю необходимо выполнить для достижения своей цели. Правильно спроектированный UX определяет насколько комфортно и просто пользователю будет работать с системой, и будет ли он продолжать с ним взаимодействовать.

В соответствии с названием данной статьи, разрабатываемое приложение проектируется для устройств под управлением операционной системы IOS. Соответственно, при проектировании интерфейса приложения будет не разумно обойти стороной IOS Human Interface guidelines [2] – документ, содержащий рекомендации, составленные компанией Apple для разработчиков пользовательского интерфейса программного обеспечения в рамках операционной системы IOS. В этом из этого документа можно выделить основные принципы, которым должно соответствовать приложение, рассматривающее на успех у пользователей:

1. *Эстетическая целостность.* Под этим понимается то, как визуальная часть и поведение приложения соответствуют его функциональности.

2. *Логичность.* Тут разработчик должен понимать, что правильно спроектированное приложение должно содержать знакомые пользователю IOS стандарты и парадигмы, использовать стандартные стили текста, системные элементы интерфейса, известные иконки. Это значит, что пользователь должен видеть то, что он ожидал увидеть.

3. *Отклик.* Т.е. информирование пользователя о результате совершения действия. Реализовывать это информирование следует механизмами, встроенными в IOS, которые обеспечивают обратную связь в ответ на каждое действие пользователя. Такими средствами являются: звук, анимации, индикаторы прогресса и всплывающие окна.

4. *Контроль действий пользователя.* В гайдлайне Apple говорится, что в IOS находятся под контролем люди, а не приложения [3]. Что значит, что приложение может только предложить варианты использования и предупредить о последствиях его действий.

Удивительно, но ходе изучения аналогов не было обнаружено приложения, которое бы следовало вышеописанным принципам: многие разработчики совершенно не думали о том, какие эмоции у пользователей будет вызывать их приложение. Отсюда, следует выделить критерии, которым должно соответствовать разрабатываемое приложение: Приложение должно отображать данные (дни) именно «пиксельным полотном» (рис. 1). Интерфейс приложения должен быть простым и понятным. Интерфейс приложения должен быть отзывчивым. Интерфейс должен соответствовать стандартам современного дизайна.

Подходя к реализации, можно выделить следующие экраны, которые должны быть реализованы в приложении:

1. *Экран авторизации.*
2. *Главный экран.* Отображает пиксельное полотно по выбранному параметру.
3. *Экран отображения по месяцу.* Для более привычного и удобного ориентирования по календарю, если необходимо посмотреть конкретную дату.

4. Экран графика. Альтернативный вариант отображения данных.
5. Экран личного кабинета пользователя. По сути, экран настроек.
6. Экран создания нового пиксельного полотна.



Рис. 2. Пример оформления дневника в формате "год в пикселях"

На основе выведенных данных следует разработать дизайн приложения.

Дизайн, несомненно, важная часть приложения, но если оно работает не корректно, то смысла в нем не много. Подходя к разработке, хочется пояснить решение добавления в приложение возможности авторизации и работы с удаленным сервером. Практически все рассмотренные аналоги хранили данные в памяти устройства пользователя. Это имеет свои преимущества: не нужно поддерживать сервер, не нужно беспокоиться о сохранности пользовательских данных. Однако, функционал приложения накладывает некоторые ограничения. «Год в пикселях» подразумевает, что пользователь будет записывать свои данные регулярно и довольно долгое время, возможно, годами. И в случае смены устройства, его утери или сбоя в системе, данные, которые хранятся исключительно в памяти устройства, могут быть утеряны навсегда. Что явно является не желательным сценарием

В соответствии с темой данной статьи, для реализации данного проекта были выбраны следующие технологии:

- ◆ Язык программирования Swift
- ◆ Фреймворк для локального хранения данных: CoreData
- ◆ Библиотека для взаимодействия с сервером: Alamofire

Т.к. данный проект является учебной разработкой и подразумевает освоение новых навыков, в качестве архитектуры была выбрана VIPER, ранее не знакомая автору и относительно сложная в освоении. Так почему же выбор пал именно на нее? Слово VIPER — бэкроним для View, Interactor, Presenter, Entity и Routing. Традиционным способом проектирования приложения под iOS является использование шаблона MVC (Model-View-Controller). Поскольку значительная часть логики приложения не входит в модель или представление, она обычно оказывается в контроллере. Это приводит к проблеме, известной как Massive View Controllers, где контроллеры в конечном итоге делают слишком много. VIPER помогает логически разделить функционально разные слои приложения и помогает структурировать не только ui составляющую приложения, но и грамотно описать логический слой.

Бек-энд часть приложения реализована на языке PHP студентом ИТА ЮФУ кафедры МОП ЭВМ Антоенко Анатолием и базируется на сервисе MandarinShow, посредством которого осуществляется авторизация в системе.

На момент написания статьи данное приложение реализовано в формате MVP или "Minimum Viable Product" [4] – первая версия приложения с минимумом функций. На данном этапе пользователю доступны следующие функции: Авторизация, включение оповещений, закрашивание выбранного дня в конкретный цвет, навигация по годам календаря.

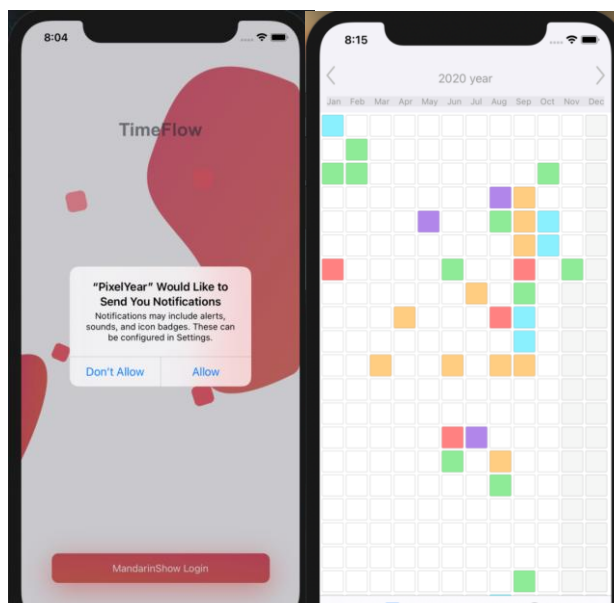


Рис. 2. MVP приложения

Заключение. Тема статьи является продолжением исследований в рамках творческого проекта. Описанная информационная система является независимой разработкой и находится в стадии разработки. Описанный функционал и дизайн, могут корректироваться и меняться в течении процесса разработки. Реализованный MVP является рабочим продуктом, готовым к использованию, но нуждается в серьезных доработках и расширении функционала (описан выше) для достижения уровня конкурентоспособного, отличного от конкурентов, продукта. Дальнейшее исследование темы и развитие данного приложения осуществляется автором в рамках работы над ВКР.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гамма Э., Хелм Р., Джонсон Р., Влиссидес Д. Паттерны проектирования. – СПб.: Питер, 2007. – 366 с.
2. Apple Human Interface GuideLines // IOS Design Themes // Design Principals. – URL: <https://developer.apple.com/design/human-interface-guidelines/ios/overview/themes/>.
3. Apple HIG: IOS11 – Обзор // Основные концепции дизайна в IOS. – URL: <https://medium.com/ios11-hig-на-русском/обзор-часть-1-8e64b8bda5b1>.
4. Разработка мобильного приложения: как создать прототип и зачем нужен MVP. – URL: <https://rb.ru/opinion/mvp-for-mobile-app/>.

А.В. Бужилова

**РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ "ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОРТАЛ
СОТРУДНИКОВ КОМПАНИИ"**

Руководитель – старший преподаватель кафедры математического обеспечения
и применения ЭВМ И.Ю. Балабаева

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Введение. Для успешного ведения бизнеса необходимо создание информационного портала, как единого интерфейса, через который сотрудники организации смогут получать доступ к её данным без необходимости регистрации в большом количестве сервисов.

Информационный портал для сотрудников – это внутрикорпоративная программа, предназначенная для управления организацией. Портал обеспечивает возможность коммуникации, обмена документами, публикации новостей компании. Отличительная черта корпоративного портала – это закрытый доступ: туда могут зайти исключительно сотрудники компании.

Постановка задачи. Предметной областью разрабатываемого приложения является веб-приложение информационного портала. Используются следующие технологии: PhpStorm, Zend Framework 2, PHP [2], HTML5 [3], CSS, JavaScript, MySQL. Выбор данных технологий обоснован их гибкостью, что играет большую роль в наличии и качестве совместимых модулей и библиотек.

Целью разработки является реализация веб-приложения информационного портала сотрудников предприятия. В него входят подсистемы сообщений, новостей, список пользователей, с возможностью сортировки и фильтрации. Наличие возможности создания групп пользователей. Все данные хранятся в БД [1].

В соответствии с целью сформированы задачи. В веб-приложении должны быть:

- 1) 3 типа пользователей: администратор, руководитель групп и обычный пользователь;
- 2) подсистема для обмена сообщениями;
- 3) новостная лента с возможностью фильтрации;
- 4) список пользователей;
- 5) список групп пользователя;
- 6) профиль пользователя с возможностью его редактирования;
- 7) список пользователей для администратора;
- 8) возможность редактировать и архивировать профили пользователей;
- 9) возможность восстанавливать заархивированные группы и пользователей для администратора;
- 10) возможность управления должностями для администратора;
- 11) возможность управления группами (подразделениями) для руководителя групп;
- 12) возможность написания и редактирования статей руководителем групп.

Анализ предметной области. Был произведен анализ рынка на предмет подобных веб-приложений. На данный момент существует несколько аналогичных продуктов: Microsoft SharePoint, 1С-Битрикс: Корпоративный портал, WSS Portal, IBM WebSphere Portal. Однако везде есть определенные минусы:

- 1) для внедрения и настройки требуются глубокие познания и большие временные затраты;
- 2) сложность в доработке;
- 3) малое количество поддерживаемых платформ;
- 4) высокая стоимость лицензии.

Данное web-приложение не включает в себя как вышеперечисленные, так и другие известные недостатки.

Разработка приложения

Типы пользователей. У web-приложения существуют 3 основных типа пользователей: администратор, руководитель группы и обычный пользователь. Выдать права руководителя группы может только администратор.

Регистрация и авторизация. Система содержит страницы логина и регистрации пользователя, остальные страницы доступны только для авторизовавшихся пользователей. Имеется форма "Забыл пароль", на которую можно перейти со страницы логина. Сразу после регистрации пользователь не активен до тех пор, пока его не активирует администратор. После прохождения авторизации активный пользователь попадает на страницу с новостной лентой.

Просмотр и редактирование профиля. Система содержит страницы просмотра, редактирования профиля. На странице редактирования предусмотрена возможность смены пароля.

Список пользователей. Страница со списком пользователей имеет возможность фильтрации и сортировки. На странице выводятся все активные пользователи постранично (по 20 на каждой странице).

Список должностей. Для администратора на странице должностей показывается список текущих доступных должностей и имеется возможность их изменять, редактировать и удалять.

Управление группами. Для руководителя групп на странице управления группами показывается список текущих групп и имеется возможность их добавлять, редактировать и удалять (архивировать).

Для всех пользователей есть страница групп, где отображается информация о каждой группе, к которой принадлежит пользователь.

Подсистема сообщений. На странице с диалогами отображается список диалогов с другими пользователями с возможностью фильтрации.

Каждому пользователю доступны беседы его групп.

На странице с диалогом показываются последние 20 сообщений. Должна быть кнопка "загрузить еще", при нажатии на которую будут подгружаться еще 20 сообщений.

Подсистема новостей. На странице отображается сводка новостей. Новости отсортированы по дате публикации. Новости выводятся постранично (по 20 на каждой странице). При нажатии на заголовок новости должна выводиться страница просмотра статьи.

Руководитель групп может создавать, редактировать и удалять (архивировать) статьи, которые создал. При редактировании добавляется информация о дате обновления статьи.

Вывод. Данное web-приложение информационного портала сотрудников компании является законченной независимой разработкой. В перспективе возможно расширение приложения. Возможно добавление модулей для реализации группового календаря, вики-системы, системы управления задачами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. MySQL – это просто! – <https://www.internettechnologies.ru/articles/mysql-eto-prosto.html>.
2. The PHP Practitioner. – <https://laracasts.com/series/php-for-beginners>.
3. Самоучитель HTML и CSS. – <http://htmlbook.ru/samcss>.

Н.П. Сипиёва

**РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОГО И ПРОГРАММНОГО
ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНА КОМПЬЮТЕРНОЙ
И ОФИСНОЙ ТЕХНИКИ**

Руководитель – старший преподаватель кафедры математического обеспечения
и применения ЭВМ А.В. Проскураков

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Введение. Интернет-магазин – сайт, позволяющий пользователям просматривать и покупать представленные на нем товары дистанционно, посредством сети Интернет. Такой подход к маркетингу позволяет предприятиям значительно расширить круг потенциальных покупателей, сделав процесс ознакомления с товарами и их покупкой более доступным, а также поможет сэкономить деньги на физической реализации филиалов сбыта товаров. К тому же, в последнее время для предприятий остро стоит вопрос перевода ведения бизнеса в дистанционный формат, что также позволяет осуществить реализация интернет-магазина.

Постановка задачи. Предметной областью разрабатываемого приложения является веб-приложение, представляющее собой программное обеспечение интернет-магазина. Используются следующие технологии: Vue.js, Node.js, Firebase. Данные технологии были выбраны из-за их функциональности, гибкости, удобства и высоким уровнем синергии между собой. Здесь Vue.js применяется для реализации клиента, Node.js – для реализации сервера [3], а Firebase – для разработки базы данных.

Целью разработки веб-приложения является обеспечение пользователям возможности дистанционного ознакомления с товарами, предоставляемыми интернет-магазином, и их дистанционной покупки. Предусмотрена возможность добавления интересующих товаров в корзину, сортировки списка товаров, а также оформления заказа. Подразумевается три типа пользователей: зарегистрированный пользователь, гость, администратор. В соответствии с целью сформирована задача, а именно, следующий список объектов разработки:

1. Страница авторизации.
2. Страница регистрации.
3. Главная страница для зарегистрированных и незарегистрированных пользователей.
4. Главная страница для администратора.
5. Окно с информацией о товаре.
6. Окно редактирования информации о товаре.
7. Страница корзины.
8. Страница оформления заказа.

Анализ предметной области. Любой интернет-магазин обладает характерными особенностями. Во-первых, необходимо разработать хранилище данных, содержащее:

1. Сведения о пользователях, такие, как логин и пароль.
2. Информацию о товарах.
3. Состояние корзины каждого пользователя.
4. Информацию о заказах.

Также для интернет-магазина необходимо разработать пользовательский интерфейс (клиентскую часть) [1, 2]. Связь между БД и клиентом будет происходить с помощью веб-сервера, на котором должна обеспечиваться корректная обработка клиентских запросов.

Разработка приложения. На основании поставленной задачи, необходимо разработать приложение, реализующее функции, представленные на диаграмме вариантов использования (рис. 1).

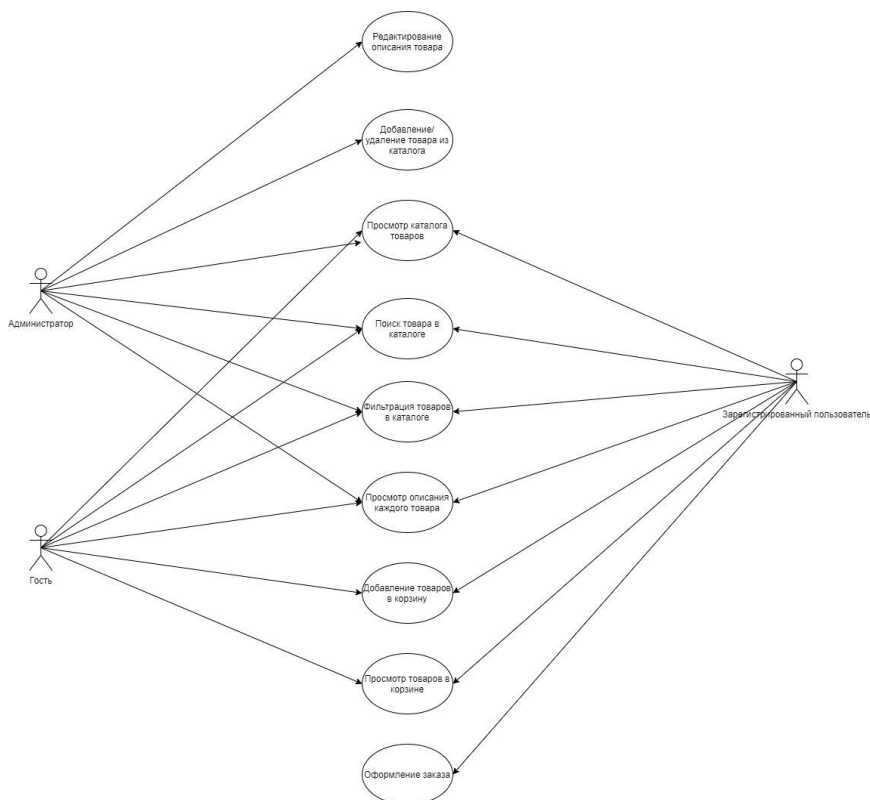


Рис. 1. Диаграмма вариантов использования

Авторизация. Чтобы авторизоваться на сайте интернет-магазина, пользователю необходимо перейти на страницу входа на сайт, ввести данные своего аккаунта и нажать кнопку “Войти”. Для администраторов авторизация происходит по зарезервированным в системе электронным почтам (рис. 2).

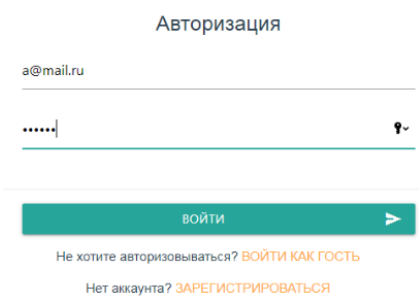


Рис. 2. Страница авторизации

Регистрация. Для регистрации нового пользовательского аккаунта, необходимо на странице регистрации заполнить обязательные поля и нажать на кнопку “Зарегистрироваться” (рис. 3).

Регистрация

n@mail.ru

.....

123456

С правилами согласен

ЗАРЕГИСТРИРОВАТЬСЯ

Уже есть аккаунт? [ВОЙТИ](#)

Рис. 3. Страница регистрации

Просмотр каталога товаров. Просмотр каталога товаров осуществляется на главной странице веб-приложения (рис. 4).

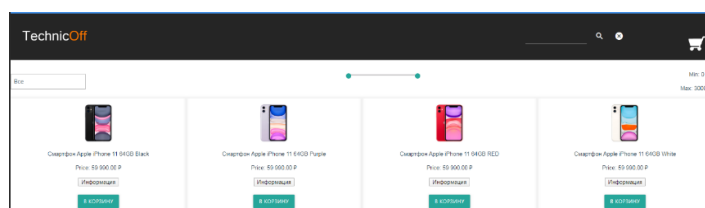


Рис. 4. Страница каталога товаров (пользователь)

Просмотр информации о товаре. Чтобы просмотреть информацию о товаре, необходимо нажать кнопку “Информация” под интересующим товаром. После этого откроется окно информации о товаре.

Добавление товара в корзину. Любой товар из каталога можно добавить в корзину нажав на кнопку “В корзину” под интересующим товаром. Тот же результат можно получить, проделав аналогичные действия из окна просмотра информации о товаре.

Редактирование описания товара. Для редактирования описания товаров необходимо нажать на кнопку “Информация” под интересующим товаром и отредактировать все необходимые поля (доступно только для администратора).

Добавление нового товара в каталог. Для добавления товара необходимо нажать на кнопку добавить товар, расположенную в центре экрана между шапкой сайта и каталогом товаров (доступно только для администратора).

Удаление товара. Товар из каталога можно удалить, нажав на кнопку “Удалить” под интересующим товаром (доступно только для администратора).

Просмотр корзины и ее редактирование. Для редактирования корзины необходимо перейти на страницу корзины, нажав по изображению корзины в правом верхнем углу (рис. 5).

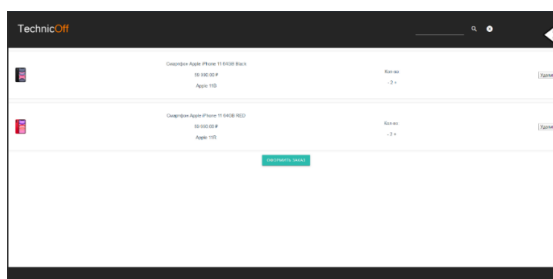


Рис. 5. Страница корзины

Оформления заказа. Для оформления заказа, на странице корзины необходимо нажать по кнопке "Оформить заказ". Откроется страница оформления заказа, в которой необходимо заполнить все поля с персональными данными и нажать кнопку "Оплатить" (рис. 6).

Введите Ваши личные данные:

Силин Андрей Владимирович

фид

Ростовская область, г. Таганрог, ул. 2-я Линия, 200-а

Адрес

1234-1234-1234-1234

Номер карты вида ****-****-****-****

CVV

01/22

Дата окончания обслуживания Month/Year

ОПЛАТИТЬ >

Рис. 6. Страница оформления заказа

Выводы. В данный момент реализованы все задачи, поставленные в рамках работы над учебным творческим проектом. В дальнейшем планируется улучшение ряда программных модулей (доработка БД, разработка программного модуля для осуществления финансовых транзакций, развертка сайта на хостинге и т.д.) и представление результата в качестве ВКР.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Джон Даккет. HTML и CSS. Разработка и дизайн веб-сайтов: пер. с англ. М.А. Райтмана. – М.: Эксмо, 2019. – 480 с. – (Мировой компьютерный бестселлер).
2. Флэнаган Д. JavaScript. Подробное руководство: пер. с англ. – СПб.: Символ-Плюс, 2008. – 992 с.
3. Кантелон М., Хартер М., Головайчук Т., Райлих Н. Node.js в действии. – СПб.: Питер, 2014. – 432 с.
4. Фримен Э., Фримен Э., Сьерра К., Бейтс Б. Паттерны проектирования. – СПб.: Питер, 2011. – 656 с.
5. Макконнелл С. Совершенный код. Мастер-класс: пер. с англ. — М.: Изд-во «Русская редакция», 2010. – 896 с.

М.А. Абраменко

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АРХИТЕКТУРЫ КРОССПЛАТФОРМЕННЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ С ЕДИНОЙ КОДОВОЙ БАЗОЙ

Руководитель – к.т.н., доцент кафедры математического обеспечения и применения ЭВМ Л.В. Пирская

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Все современные приложения, так или иначе, придерживаются одних и тех же принципов, как в построении пользовательского интерфейса, так и вариантов использования, в целом. Переход от общего термина «сайт» к более конкретному «web-приложение» привел к разработке таких интересных проектов как *Electron*, который позволяет сделать из вашего web-приложения полноценное десктопное приложение, работающее в автономном режиме. Этот переход к единым принци-

пам в понимании того, как должно работать современное приложение [1], а также что из себя должен представлять пользовательский опыт, дал толчок к возможности разработки полностью кроссплатформенных решений, включая веб, десктоп и мобильные версии. Ведь еще 10 лет назад тяжело было представить, что приложения на Web, MacOS и Android могут включать примерно идентичный пользовательский опыт (разве что, если речь не идёт о приложении "Калькулятор"). Именно поэтому задача распространения своего продукта на как можно большее количество платформ как никогда актуальна.

Хотя и приложение, описанное в данной статье, разрабатывается на базе фреймворка *Flutter*, в данном контексте это не имеет значения, поскольку целью данной публикации является показать ключевые проблемы, с которыми может столкнуться разработчик кроссплатформенного приложения. Одна из целей архитектуры – абстракция от используемых технологий. Независимо от того, какой кроссплатформенный фреймворк будет использован, разработчик так или иначе будет решать одни и те же задачи.

Далее под *кроссплатформенным приложением* подразумевается такое приложение, которое реализовано на нескольких платформах (в данном контексте – Web, MacOS, Windows, Linux, Android, iOS) с единой кодовой базой.

Ограничения и цели. Для начала требуется определить основные ограничения такого подхода к разработке приложения. Очевидно, что разница в платформах – это не только размер экрана.

Во-первых, это разный подход к способу взаимодействия с приложением: клавиатура, мышь, палец или стилус.

Во-вторых, специфичные для платформы пользовательские привычки. Например, уникальная для платформы web навигация через адресную строку, или уникальные для мобильной платформы жесты (свайпы, долгие нажатия).

В-третьих, разная техническая составляющая платформ. Влияет, например, производительность конкретной платформы (очевидно, что даже современные смартфоны куда слабее среднего ПК). Также особенности взаимодействия с данными, например, невозможность на платформе Web развернуть СУБД. Или особенности внешней среды платформы, например, сделать звонок из приложения можно только с телефона.

Зная эти ограничения, можно кратко сформулировать цели к архитектуре:

- ◆ Максимально инкапсулировать слой бизнес-логики от внешних эффектов, чтобы не зависеть от конкретной платформы.

- ◆ Максимально абстрагировать слой данных от конкретных реализаций клиентов для работы с данными. Даже если фреймворк будет предоставлять гибкие утилиты для работы с данными, это всё равно не изменит того, что в будущем вы захотите заменить зависимость для конкретной платформы.

- ◆ Учесть определенный шлюз, который будет содержать логику выбора платформы. Эта работа не должна ложиться ни на слой представления (например, по части выбора отрисовки определенного компонента экрана), ни на слой данных (например, по выбору клиента для работы с сетью).

Основа. Прежде чем проектировать специфичную архитектуру для кроссплатформенных приложений, нужно определиться с тем, как бы выглядела архитектура приложения, если бы у нас была одна целевая платформа.

В качестве конкретного примера построения архитектуры возьмём мой проект, разрабатываемый в рамках выпускной квалификационной работы, «Minduo». Суть этого приложения для обучения заключается в том, что пользователь может собрать коллекцию терминов и определений, и, определенным образом настроив процесс обучения, запоминать определения и собирать статистику по прогрессу

своего обучения. Чтобы не вникать в конкретную предметную область, возьмём нейтральный экран «Обзор», общий скелет мобильной версии которого представлен на рис. 1. Предположим, что у нас есть некоторая статистика пользователя, вывод списка коллекций, а также различные интеракции: возможность открыть меню и перейти на другой экран, а также возможность перейти к детальному отображению статистики и детальному отображению коллекции.

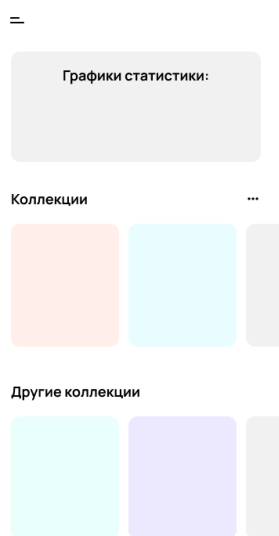


Рис. 1. Мобильная версия экрана «Обзор»

В качестве фундамента для архитектуры я использовал знаменитую структуру, предложенную Робертом Мартином, но немного адаптировал её (для лаконичности в рамках статьи) и выделил конкретные сущности.

Как показано на рис. 2, наша структура будет разделена на три основных слоя: представления (*presentation layer*), предметной области (*domain layer*) и данных (*data layer*).

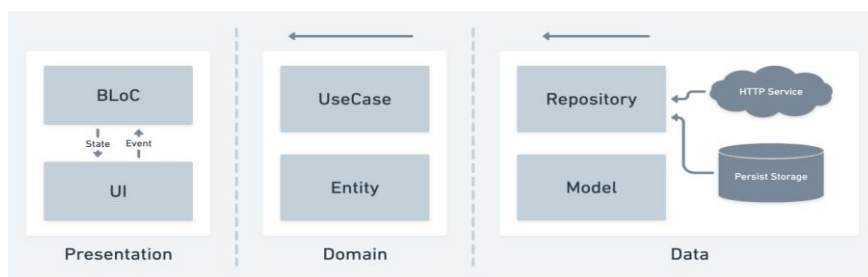


Рис. 2. Схема архитектуры, верхними стрелками показан путь зависимостей

Слой представления отвечает за отображение пользователю интерфейса, маршрутизацию и специфичную для пользовательских интерфейсов логику. Содержит конкретные представления (*UI*), а также компоненты бизнес-логики (*business logic components*).

Слой предметной области отвечает за «сырую» бизнес-логику приложения, и состоит из случаев использования (*use cases*) и сущностей (*entities*).

Слой данных занимается обработкой данных и отлавливанием ошибок. Стоит из репозитория (*repositories*), моделей данных (*data models*), а также сервисов для работы с СУБД, сетью и так далее.

Далее предметно рассмотрим каждый из слоев и адаптируем его схему под кроссплатформенность.

Слой данных. Примечательной особенностью этого слоя является то, что де-факто он не знает ни про один из других представленных слоёв.

Важнейшим фрагментом этого слоя является *репозиторий*. Он должен быть своеобразным внутренним API для приложения. Репозиторий занимается обработкой данных и отлавливанием ошибок.

Для кроссплатформенного приложения должно соблюдаться важное условие – репозиторий должен быть *контрактом* (другими словами, «интерфейсом» или «абстрактный классом»). Это преследует, как правило, две цели: *domain*-слой не должен знать ничего о реализации репозитория, а также, чтобы мы могли подменить реализацию репозитория для одной из платформ в исключительных ситуациях.

Предположим, у нас есть репозиторий, который обрабатывает наш список коллекций. Обычно такой репозиторий должен возвращать сначала кэшированные данные, а затем (при готовности) – данные с сервера. Таким образом, данный репозиторий должен иметь, как минимум, две зависимости: служба для работы с удалённым API и служба для работы с постоянным хранилищем. Как можно, догадаться обе этих службы также должны быть контрактами. Приведу конкретный пример. Для вывода информации вам необходимо хранить достаточно большое количество кэшированных данных (в особенности, для того, чтобы приложение могло работать в режиме офлайн). Для мобильного приложения и десктопных версий можно использовать какую-нибудь SQL-подобную базу данных, но для web-приложения нет необходимости хранить много данных и можно, например, выводить небольшое количество кэшированных ранее. Таким образом, вы можете создать контракт для работы с хранилищем, обычно именуемый *DAO* (от *data access object*, объект доступа к данным), реализация которого для разных платформ будет отличаться.

Подводя итог, единственный элемент, которого не хватает в нашей схеме для *data*-слоя – менеджер зависимостей. Такой элемент должен принимать определенные сведения о платформе (как правило, достаточно просто названия платформы) и на основе этих данных строить инъекцию зависимостей [3], выбирая нужную реализацию определенного контракта под каждую платформу. Такой способ отсылает нас к паттерну проектирования «фабричный метод» [4].

Слой предметной области. Особенностью этого слоя является то, что он должен содержать исключительно бизнес-логику приложения, поэтому при адаптации к кроссплатформенному варианту он не должен измениться.

Сердце слоя предметной области в нашей схеме – случаи использования (*use cases*). Каждый из случаев использования должен отражать то, что пользователь может делать с системой. Как правило, *use case* зависим на контрактах из слоя данных. Поэтому в хорошо реализованной архитектуре при замене слоя представления, например, на вывод данных в консоль, а слоя данных на полностью фальшивые данные, вы не должны изменить ни строчки кода из слоя предметной области.

Слой представления. Этот слой, как минимум, обычно состоит из экранов и их контроллеров. В качестве экранов мы будем использовать понятие *view* (поскольку, например, экран web-версии в широком виде может состоять из нескольких экранов мобильного приложения, но это уже тема для отдельной статьи) и *BLoC* (*business logic component*, или компонент бизнес-логики). Мой выбор именно таких элементов связан с большой популярностью *реактивного программирования* [5] для приложений в последнее время, а также удобством их конкретно для

кроссплатформенных решений. Этот подход может быть заменён на схемы MVVM или MVI, которые учитывают тот же реактивный подход, или не менее популярные MVP и MVC.

По большому счёту view это описание расположения UI-элементов на экране.

VLoC – понятие неразрывно связанное с реактивным подходом. Это менеджер состояний для реактивного пользовательского интерфейса. Такая прослойка помогает описывать поведение пользовательского интерфейса человеческим языком. Он оперирует понятиями *событий* и *состояний*. Событие – то, что пользователь может делать с интерфейсом. Если вернуться к рисунку 1, то это будут всего два события: открытие детальной статистики и открытие конкретной коллекции. Состояние – модель данных, которая описывает то, что происходит сейчас на экране. Рассматривая предыдущий пример, это могут быть следующие состояния: процесс загрузки, успешный вывод данных, показ ошибки (при её наличии). Любые данные, которые меняются на экране, относятся к состояниям.

Такой компонент может помочь определить определенные зависимые к платформе состояния. Предположим, что на экране должен выводиться номер телефона пользователя. По нажатию на номер на разных платформах производятся разные операции. На мобильной – включается вызов по этому номеру, на остальных – копия в буфер обмена. Именно эту роль выполняет VLoC. Таким образом, части view будет всё равно, её задача – отобразить номер телефона и сообщить о том, что по нему было произведено нажатие.

Сделать VLoC ответственным за навигацию в приложении – еще один шаг к адаптации. Событием в таком виде будет являться намерение перейти на конкретный экран. Состоянием – готовый стек экранов. Если в событие передавать путь до конкретного экрана в определенный момент времени, то мы абстрагируемся способа навигации на различных платформах. Предположим, если блок получит событие в виде «/main/items/1», то он вернет в состоянии стек из трёх экранов – «Main», «Items», «Item 1». Таким же образом *deep linking* [6] будет работать не только в web при изменении адресной строки, но и на любой другой платформе.

Также через VLoC-состояния можно передавать признак платформы. Поскольку платформа не может измениться в течение одного жизненного цикла приложения, это значение может быть константой.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Principles of Modern Application Development // NGNIX Blog. – URL: <https://www.nginx.com/blog/principles-of-modern-application-development/> (доступ свободный).
2. The Clean Architecture // The Clean Code Blog. – URL: <https://blog.cleancoder.com/uncle-bob/2012/08/13/the-clean-architecture.html> (доступ свободный).
3. Dependency injection // Wikipedia. – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Dependency_injection (доступ свободный).
4. Factory method // Refactoring guru. – URL: <https://refactoring.guru/design-patterns/factory-method> (доступ свободный).
5. Reactive programming // Wikipedia. – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Reactive_programming (доступ свободный).
6. Deep linking // Wikipedia. – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Deep_linking (доступ свободный).

В.В. Солодовников

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ АРХИТЕКТУРЫ WEB ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ
ВИЗУАЛЬНОГО РЕДАКТИРОВАНИЯ HTML-СТРАНИЦ**

Руководитель – к.т.н., доцент кафедры математического обеспечения
и применения ЭВМ Л.В. Пирская

Южный федеральный университет, г. Таганрог

В связи с тем, что почти любой современной деятельности необходимо продвигаться в сети Интернет, появляется всё больше потребности в доступном инструменте для создания простых, но привлекательных для пользователей сайтов. Для того чтобы человек, не имеющий опыта в создании сайтов смог самостоятельно его сделать, необходимо иметь какой-то визуальный редактор. Безусловно на данный момент уже существует некоторое количество, так называемых, конструкторов сайтов. Но все эти сервисы имеют один большой недостаток – они вынуждают пользователя привязываться к их платформе. То есть, если человек решил воспользоваться каким-то конструктором, то после создания необходимых страниц, он может опубликовать полученный сайт только в той системе, в которой он был создан. Также, почти все такие конструкторы не позволяют добавлять на страницы элементы, не предусмотренные системой, что сковывает в действиях пользователя [2].

Таким образом, возникает необходимость в системе, которая не обязывала бы пользователей публиковать сайты только внутри своей системы, при этом позволяющая легко создавать, редактировать страницы, а также предоставлять возможность легко добавлять элементы, не предусмотренные системой, на страницы.

Как же организовать такую систему? Как хранить текущий прогресс создания сайта, чтобы пользователь смог сохранить промежуточный результат и вернуться к редактированию через некоторое время? Как обеспечить выгрузку результата из редактора? На все эти вопросы может ответить правильно спроектированная архитектура системы. В данной работе как раз будет рассматриваться, как она может быть построена.

Изначально необходимо разобраться каким образом можно построить интерфейс приложения, который может изменять сам себя. Для чего это нужно? Когда пользователь хочет добавить какой-то элемент на страницу или изменить настройки существующего элемента, он эти действия производит из интерфейса редактора. В этом же редакторе находится и текущий результат редактирования. Таким образом, любое действие пользователя будет тем или иным образом менять тот результат, который отображается в редакторе. Получается некий интерактивный меняющийся интерфейс внутри интерфейса редактора.

Такого результата можно добиться если представить редактируемую страницу в виде модели. Эту модель можно представить в виде дерева элементов, причём эти элементы не привязаны к реальным HTML элементам. То есть каждый элемент, предусмотренный редактором – некоторый абстрактный объект, который может содержать в себе другие такие объекты. Если каждому узлу такого дерева сопоставить некий компонент интерфейса (в виде набора реальных HTML тэгов), получится две относительно независимые части системы, необходимые для её работы:

- ◆ Абстрактная модель объектов – хранит настройки всех узлов страницы, позволяет легко сохранять, хранить и загружать промежуточный результат редактирования в системе.
- ◆ Набор компонентов интерфейса – преобразует элементы модели в визуальные блоки страницы, позволяет рисовать страницу по имеющейся модели.

Имея эти две части, можно как загружать промежуточный результат в редактор для внесения изменений, так и собирать итоговый результат в виде готовых HTML-страниц.

На рис. 2 представлен обобщённый вид модели.

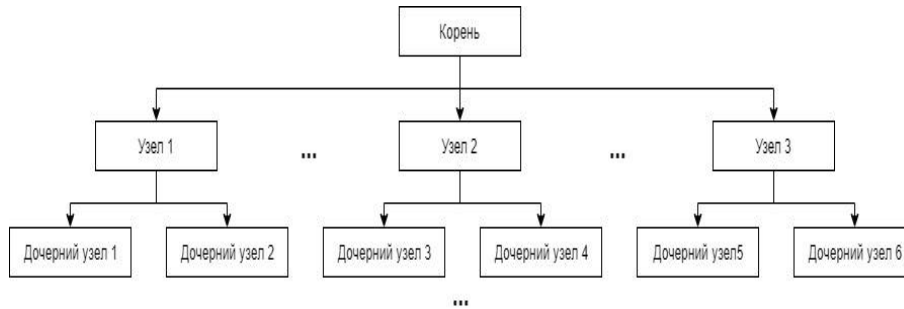


Рис. 1. Обобщённый вид модели страницы

Как хранить модель? Для того чтобы хранить модель можно использовать всего 2 варианта: хранить объект модели в бинарном виде, либо сериализовать его в текстовый вид. В данном случае предлагается сохранять модель в текстовый вид в формате JSON [3] и хранить его в виде файла в хранилище системы. Такой способ позволит уменьшить использование дискового пространства базы данных системы, а также JSON формат позволит достаточно просто загружать модель в клиентской части.

Для того, чтобы получить итоговый результат, следует использовать те же самые компоненты, что и для отображения результата в редакторе. Для этого необходимо реализовать серверный рендеринг, который будет сохранять результат в виде набора html-страниц, вместо передачи клиентскому приложению.

При этом сам редактор страниц может полностью работать на стороне клиента (в браузере), отправляя на сервер промежуточные результаты для сохранения, и запросы на загрузку сохранённых копий по требованию пользователя. Также загружаемые файлы отправляются на сервер, после чего сервер сохраняет их в хранилище.

Таким образом, получается общая архитектура редактора, представленная на рис. 2.



Рис. 2. Обобщённая архитектурная модель редактора страниц

Предполагается реализация клиентской части редактора с использованием front-end фреймворка Vue.js [1]. В соответствии с этим, конечная архитектура клиентской части будет основана на основных принципах реализации приложения на Vue.js.

Обобщённая архитектура спроектированной клиентской части представлена на рис. 3.

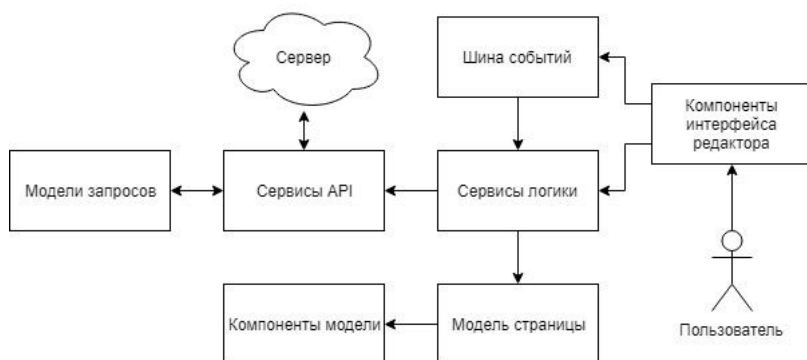


Рис. 3. Обобщённая архитектура клиентской части редактора

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Документация Vue 3 / Vue.js. – Режим доступа: <https://v3.vuejs.org/guide/introduction.html> (дата обращения: 13.03.2021).
2. Конструкторы сайтов в 2020 году: что выбрать для бизнеса? / Хабр. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/524408/> (дата обращения: 13.03.2021).
3. JSON и XML. Что лучше? / Хабр. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/31225/> (дата обращения: 13.03.2021).

И.А. Нарушевич

СРАВНЕНИЕ РАЗВЕРТЫВАНИЯ МАДЖЕНТО НА ПЛАТФОРМАХ AWS И GCP

Руководитель – к.т.н., доцент кафедры математического обеспечения
и применения ЭВМ В.В. Хашковский

Южный федеральный университет, г. Таганрог

В сети интернет размещены миллионы веб приложений, к которым пользователи в любой момент могут получить доступ.

Обычно, последовательность действий при размещении веб-приложения в Интернет выглядит следующим образом:

- 1) сначала пользователь арендует серверное пространство;
- 2) после этого происходит настройка сервера, развертывание приложения и базы данных;

По большей сути это и весь процесс, уже на этом этапе сервисом можно пользоваться.

Однако сервис для аренды серверного пространства должен соответствовать ряду критериев, таких как:

- 1) характеристики сервера должны быть легко-масштабируемыми. Иными словами, мы должны иметь возможность конфигурировать место на сервере, количество оперативной памяти и т. д. в любой момент времени;
- 2) сервер должен быть готов к высоким нагрузкам, а также соответствовать требованиям определенному уровню отказоустойчивости. Простой сервиса из-за отказа работы сервера должен быть минимальным или вообще недопустим;
- 3) сервис должен быть надежным. Мы должны быть уверены, что данные с сервера никуда не утекут.

Услуги аренды серверов предоставляет огромное множество компаний, однако в этой работе я бы хотел рассмотреть два крупных решения от компаний Google и Amazon, это Google Cloud, а также Amazon AWS.

В качестве приложения для примера установки, я бы хотел рассмотреть платформу Magento – eCommerce платформу, которая уже в исходном варианте установки предоставляет весь необходимый интернет-магазину функционал.

Amazon web services (AWS). В первую очередь я бы хотел рассмотреть сервис для аренды серверного пространства от компании Amazon. Сильной стороной этого сервиса однозначно является большое разнообразие различных настроек для конфигурирования арендуемого серверного пространства [1].

Процесс работы с сервисом состоит из следующих шагов:

- 1) авторизуемся на сайте AWS и выбираем сервис EC2 в консоли администрирования;
- 2) на странице просмотра информации о состоянии сервиса жмем кнопку launch instance;
- 3) после этого выбираем на экране операционную систему, которая будет работать на виртуальной машине нашего сервера;
- 4) выбираем характеристики нашего сервера;
- 5) выделяем место под хранилище сервера;
- 6) настраиваем ssh подключение к серверу.

По большей сути на этапе работы с сервисом здесь все подходит к концу. После этого мы уже подключаемся к серверу и разворачиваем на нем наше приложение [2].

Отдельно хотелось бы остановиться на этапе выбора операционной системы, представленном на рис. 1. AWS предоставляет один из самых богатых выборов количества операционных систем для установки. Это конечно же реализовано за счет того, что сервер работает в рамках виртуальной машины, однако это очень удобно и позволяет комфортно разворачивать веб-приложения для практически любых платформ, начиная с .NET и заканчивая небольшими php-фреймворками вроде Symfony.

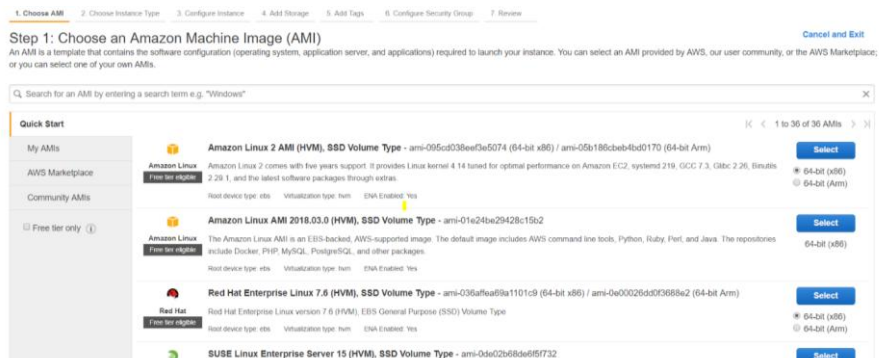


Рис. 1. Выбор операционной системы

Также мне хотелось бы отдельно остановиться на странице выбора серверного пространства. Она представлена на рис. 2. На данной странице видно, что количество доступной на сервере памяти крайне легко конфигурируется, что позволяет нам в любой момент расширить количество доступного на сервере пространства прямо через интерфейс сайта AWS.

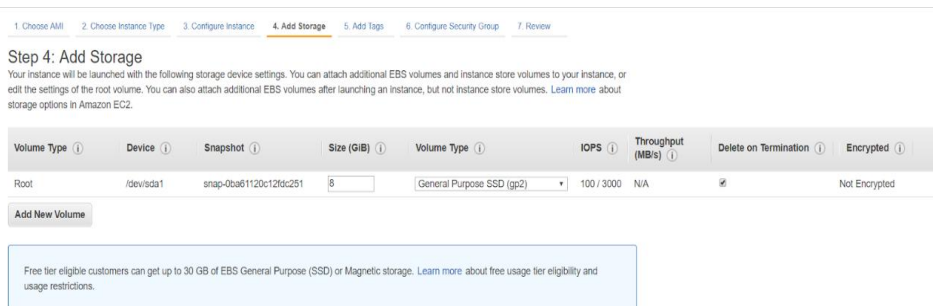


Рис. 2. Страницы выбора количества серверного пространства

После этого приступаем к установке на сервере необходимых приложений, настраиваем веб-сервер, устанавливаем Мадженто при помощи композера. Страница установки изображена на рис. 3.



Рис. 3. Magento, развернутая на платформе Amazon

Google cloud platform (GCP). Компания Google разработала целый ряд сервисов, базирующихся на их единой платформе Google Cloud Platform. Amazon также имеет большое количество сервисов, однако они не так плотно интегрированы друг в друга, как это сделано в решениях от Google.

Алгоритм разворачивания приложения состоит из следующих шагов:

- 1) заходим в панель администрирования Google Cloud Platform в раздел VM instances и создаем новую виртуальную машину;
- 2) настраиваем характеристики виртуальной машины;
- 3) выбираем тип операционной системы, которая будет работать у нас на виртуальной машине. Для этого выбираем тип виртуальной машины, количество памяти, а также загружаем файл образа операционной системы;
- 4) настраиваем файрвол и формируем статический ip-адрес для сайта;
- 5) настраиваем ssh для подключения к серверу через консоль.

На этом работа непосредственно с GCP заканчивается, и мы можем приступить к настройке сервера. Однако перед этим я хотел бы остановиться на нескольких особенностях настройки сервера на GCP [3]. На рис. 4 представлен экран выбора операционной системы для виртуальной машины. Особенностью данных настроек является то, что мы можем загрузить любой файл с образом операционной системы. Иными словами, это может быть даже доработанная нами (например, в целях повышения безопасности) операционная система в виде образа.

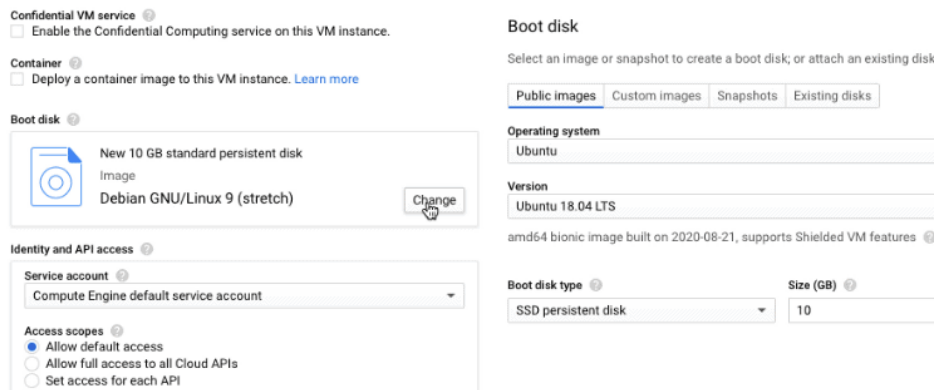


Рис. 4. Экран выбора операционной системы

А также я хотел бы сделать акцент на том, как выглядит экран мониторинга информации о состоянии серверов, расположенных в Google Cloud. Интерфейс получился максимально информативным благодаря тому, что панель при помощи графики отображает статистику состояния сервера, а также предоставляет функционал уведомлений на почту в случае, когда какая-то из характеристик начала достигать граничных значений. интерфейс панели представлен на рис. 5.

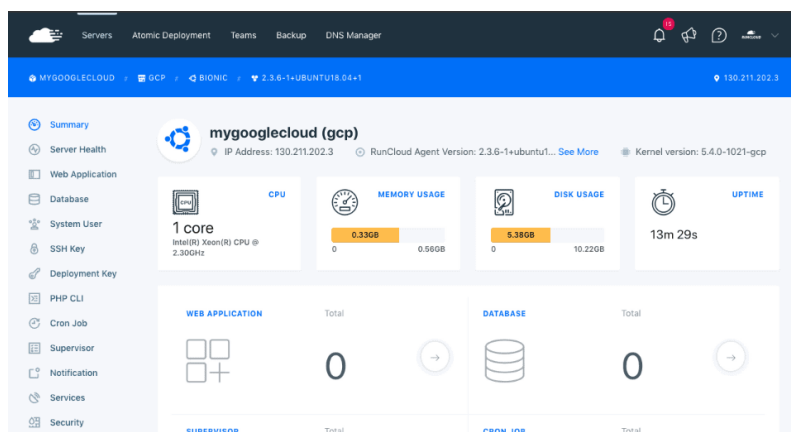


Рис. 5. Панель с характеристиками сервера

Также отдельно стоит сказать о том, что позволяет сделать интеграция между различными сервисами гугл. Мы можем разместить базу данных внутри сервиса Google Storage [4]. Благодаря данной функциональности, администратору предоставляется возможность выводить статистику по хранящимся в базе данным, следить за состоянием базы, самыми тяжелыми запросами и тд при помощи простого и понятного интерфейса Google. Также запросы к базе можно будет писать не только на языке запросов MySQL, но и на языке запросов самой Cloud SQL, что несколько расширяет функционал администратора базы данных. В свою очередь уже к Google Storage можно подключить другие сервисы Google, такие как bigquery и тд.

Сравнительный анализ. Для сравнительного анализа мной были выбраны следующие критерии:

- 1) время развертывания – время в часах которое я затратил на настройку;

- 2) цена за примерно одни и те же характеристики арендуемого сервера;
- 3) удобство пользования – субъективный критерий, оценка от 0 до 10, где 0 – совсем не удобно, а 10 – максимально удобно;
- 4) интеграция сервера со сторонними сервисами средствами платформы.

Таблица 1

Сравнение двух платформ

Критерий	AWS	GCP
к. 1	2 часа	3 часа
к. 2	4733 рубля	4921 рубль
к. 3	5	9
к. 4	Amazon RDS	Сервисы Google

Подводя итоги, можно сказать, что платформа AWS в обслуживании выходит дешевле, а установка проекта на ней происходит быстрее, однако более тонкую конфигурацию позволяет настроить уже Google Cloud Platform. Также сервис от Google предоставляет больше функционала для анализа состояния сервера и данных, содержащихся на нем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Что такое AWS // AWS. – URL: https://aws.amazon.com/ru/what-is-aws/?nc2=h_q1_le_int (дата обращения: 01.03.2021).
2. Learn How to Install Magento on AWS (Amazon Web Services) // Magento 2 tutorials. – URL: <https://magenticians.com/install-magento-on-aws/> (дата обращения: 03.03.2021).
3. How To Setup Google Cloud Server To Host Your Websites // SERVER MANAGEMENT. – URL: <https://blog.runcloud.io/google-cloud/> (дата обращения: 04.03.2021).
4. Create Cloud SQL MySQL instance and connect to VM instance in GCP // Cloud Booklet. – URL: <https://www.cloudbooklet.com/create-cloud-sql-instance-and-connect-to-vm-instance-in-gcp/> (дата обращения: 07.03.2021).

Д.Н. Крюк

РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТЕВОЙ ИГРЫ НА ПЛАТФОРМЕ UNREAL ENGINE 4

Руководитель – старший преподаватель математического обеспечения и применения ЭВМ А.В. Проскураков

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Введение. Симулятор выживания или от англ. survival game — жанр компьютерных игр, разновидность симуляторов жизни, в которых основной целью игрока является сохранение жизни виртуального персонажа на фоне множества угрожающих ему опасностей. Элементы выживания содержатся практически во всех компьютерных играх, но в симуляторах выживания эта задача выдвинута на передний план и является главной в игре.

Сурвайвл игры имеют множество различных вариаций. Они различаются по сценарию выживания, факторам, которые влияют на игрока, игровой стилистики, многопользовательским или однопользовательским режимом и так далее.

Самой популярной игрой данного жанра является – Minecraft. Minecraft от англ. mine «шахта; добывать» + craft «ремесло» – компьютерная инди-игра в жанре survival песочницы [1]. Суть данной игры заключается в выживании на бесконечной карте, с возможностью строительства и прочих взаимодействий с миром.

Эта игра произвела фурор в игровой индустрии, и имеет множество наград. В основном она ассоциируется с детьми школьного и дошкольного возраста, так как она привлекает их своей простой графикой и незаурядностью. Но сама игра “под капотом” не такая уж и простая в разработке, содержит много логики программного кода и различные алгоритмы.

Постановка задачи. Предметной областью разрабатываемой игры является сетевая-многопользовательская игра на Unreal Engine 4 в жанре выживания.

Игровое приложение должно состоять из взаимосвязанных разделов с четко разделенными функциями. Функционал приложения должен быть четко разделен на модули, каждый из которых отвечает за свою часть функциональности.

Игровое приложение должно содержать следующие компоненты:

- ◆ Генерация карты.
- ◆ Многопользовательское воссоздание.
- ◆ Интерактивные объекты (верстак, меч, кирка и т.д.).

Анализ предметной области. Данный проект принадлежит предметной области видеоигр. Все продукты данной области имеют несколько общих свойств: такие продукты являются программным обеспечением, чаще всего направленным на привлечение. Кроме этого, данная область столько же широка, как и глубока, с различными жанрами, поджанрами, их комбинациями и графическими решениями.

Если брать более узкую область, то данный продукт попадает в категории “Выживание” и “Кооперативная игра”. Это хорошо устоявшийся “дуэт” на рынке компьютерных игр.

Разработка приложения:

1. Выбор общей стилистики.
2. Создание алгоритмов генерации карты.
3. Multiplayer replication (многопользовательское воссоздание).
4. Взаимодействие компонентов.
5. Реализация алгоритмов.

Выбор общей стилистики. Любой проект в Unreal Engine 4 можно создать, включив в него стартовый набор определенных вещей. Среди них: модели вещей, текстуры и материалы. Весь этот набор выполнен в стилистики реализма. Стартовый набор достаточно разнообразен в своем содержании, он упрощает процесс создания чего-то нового. Стилистика же Minecraft имеет гармонично сочетающуюся с алгоритмами 16-ти битную стилистику.

Создание алгоритмов генерации карты. Генерация карты в майнкрафт не совсем простая с виду вещь, которая скрывает в себе сложный алгоритм.

Начать стоит с того, что мир генерируется не по блоку, существуют так называемые чанки площадью 16 на 16 блоков площади и 256 блоков в высоту (рис. 1).

Прорисовываются и генерируются они на достаточно большой площади от игрока, всё зависит от настройки дальности. Важно отметить, что блоков в чанке 65 536, такое количество элементов способно содержать в себе 16-битная переменная, отвечающая за свой чанк. Каждому блоку полагается координата и его айди.

Сама геометрия генерируется с помощью шума Перлина. В майнкрафте данный вид шума применили почти везде. Шум Перлина представляет из себя процедурно-генерируемую псевдослучайную черно-белую текстуру (рис. 2) [2].



Рис. 3. Чанк

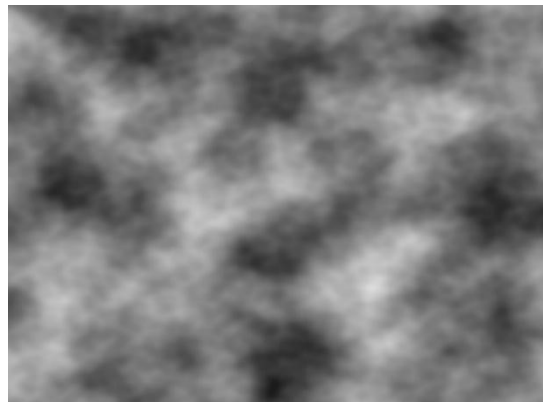


Рис. 4. Шум Перлина

Стандартная восьмибитная палитра содержит в себе 255 градиентов, что между белым и черным, однако из шума Перлина обычно берут 100 значений – от 0 до 1.

Получившуюся текстуру используют для генерации высот карты. Здесь можно уловить связь – самый черный цвет имеет значение 255 в палитре, что на один меньше высоты чанка – 256. Однако алгоритм оптимизирован и не позволит сгенерированной горе вырасти так высоко. Из текстуры точно берутся значения цвета пикселей и соотносятся к блоку на карте, в случае с картой высот – видом сверху. Это пример двухмерного использования шума, который я использую на первых стадиях разработки (рис. 3, 4), но есть трехмерный и даже четырехмерный.



Рис. 5. Пример генерации

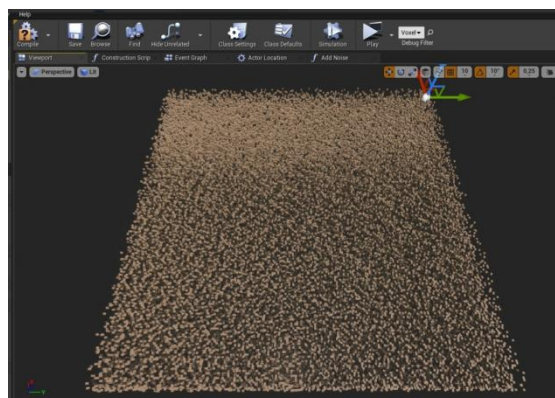


Рис. 6. Шум

Multiplayer replication. Многопользовательское воссоздание или репликация – это название процесса синхронизации данных и вызовов процедур между клиентами и серверами [3–5]. Стоит подробнее рассмотреть, что это значит для создания этого проекта.

Допустим, в нашей игре есть два игрока, один из которых является сервером, другой – клиентом, каждый со своим игровым окном. Можно было бы подумать, что, технически говоря, игроков два, но нет. Их четыре: два на стороне сервера и два на стороне клиента.

Таким образом, задача многопользовательской репликации в том, чтобы воссоздать каждое действие, происходящее на сервере, на стороне клиента и наоборот.

Стоит отметить, что при включенной репликации, действия на стороне сервера всегда воссоздаются на стороне клиента. Воссоздание действий клиента на стороне сервера – задача программиста.

Взаимодействие компонентов

Персонаж – игровые предметы

Персонаж имеет возможность создавать новые предметы, на основе добытых на игровом уровне ресурсов.

Уровень – персонаж

Так в приложении организована система появления игроков на уровне [6]. С помощью переопределения одной из функций, была задана логика, при которой количество персонажей не может превышать количество мест на уровне, где могут появиться потенциальные игроки.

Персонаж – Актор

Хотя класс "Персонаж" является подклассом класса "Актор", их взаимодействие отличается от похожего "Актор – Актор". Отличие заключается в том, что параметры объекта класса "Персонаж" изменяются динамически игроком, значит объектам класса "Актор" остается только реагировать. Поэтому логика взаимодействия находится в классе "Актор".

Актор – актер

Как уже упоминалось выше, взаимодействие "Персонаж – Актор" не является "настоящим" взаимодействием "Актор – Актор". Все из-за способа реализации. В данном случае она происходит через объект класса уровня, где один актер является "слушателем", а другой – "слушаемым". С помощью логики, указанной в объекте класса уровня, один актер может следить за изменениями параметров сразу нескольких актеров, и выполнять или не выполнять действие соответственно.

Описание интерфейса. Большая часть взаимодействия игрока с программой происходит непосредственно в самой игре. В свою очередь большую часть игрового интерфейса составляет управление. Оно сделано в соответствии с текущими трендами в игровой индустрии: управление персонажем осуществляется с помощью клавиш W, A, S, D для направлений вперед, влево, назад и вправо. Управление камерой осуществляется мышью.

Заключение. Данная игра не является законченным продуктом, она разрабатывается в рамках преддипломной практики.

В дальнейшем планируется увеличение карты, и расширение игрового взаимодействия игрока как с миром, так и с другим игроком.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. <https://en.wikipedia.org/wiki/Minecraft> – (дата обращения: 5.03.2021) – статья википедии о Minecraft.
2. https://en.wikipedia.org/wiki/Perlin_noise – (дата обращения: 5.03.2021) – статья википедии о шуме Перлина.
3. <https://docs.unrealengine.com/en-US/index.html> – (дата обращения: 19.11.2020) – сайт с документацией по Unreal Engine 4.
4. <https://indiewatch.net/2018/11/28/how-to-make-your-game-in-multiplayer-mode-in-unreal-engine-4/> (дата обращения: 20.11.2020) – статья о многопользовательском воссоздании.
5. http://cedric-neukirchen.net/Downloads/Compendium/UE4_Network_Compendium_by_Cedric_eXi_Neukirchen.pdf (дата обращения: 20.11.2020) – компендиум о работе с сетью в Unreal Engine 4
6. <https://couchlearn.com/how-to-use-the-game-instance-in-unreal-engine-4/> (дата обращения: 21.11.2020) – статья о использовании "Game Instance".

Р.Р. Гатауллин

ИНСТРУМЕНТЫ РАЗРАБОТКИ ПО ДЛЯ ПЛАТФОРМ ARDUINO И STM32

Южный федеральный университет, г. Таганрог

В настоящее время интернет вещей (IoT) и встраиваемые системы (embedded systems) являются одним из ведущих направлений разработки ПО. Поэтому для этой сферы создано множество инструментов разработки, автоматизирующие и упрощающие её. Рассмотрим такие средства для работы с микроконтроллерами Arduino и STM32.

Arduino. Arduino – семейство микроконтроллеров, преимущественно поставляемые с 8-битными микропроцессорами ATmega, основанные на RISC архитектуре [1]. Каждый микроконтроллер состоит из платы, встроенного программатора,

USB порта, а также из пинов, количество которых зависит от модели платы. Так, на рис. 1 изображен микроконтроллер Arduino Uno, снабженный процессором ATmega328 и имеющий 14 цифровых и 6 аналоговых выходов [2].



Рис. 1. Микроконтроллер Arduino Uno

Большинство выходов на плате являются цифровыми, т.е. могут получать или выдавать только дискретные значения в виде 1, что соответствует напряжению в 5 вольт, и 0, что соответствует отсутствию напряжения. Но также есть и чисто аналоговые порты, соединенные с 10-битным аналого-цифровым преобразователем, позволяющие получать дискретное значение от 0 до 1023 подаваемого на них напряжения.

Микропроцессор в Arduino работает с AVR инструкциями, что позволяет генерировать исполнительный код для данной платформы с помощью любого компилятора, поддерживающего AVR, например gcc [3]. Но для полноценной работы используются среды разработки с возможностью загрузки программы на микроконтроллер.

Arduino IDE. Arduino IDE – интегрированная среда разработки для Arduino, позволяющая как писать исходный код прошивок для контроллеров, так и компилировать и загружать его [4]. Данная среда кроссплатформенная, работает как на Windows, так и на Linux, и распространяется свободно, как и её открытый код. Графический интерфейс программы приведен на рис. 2.

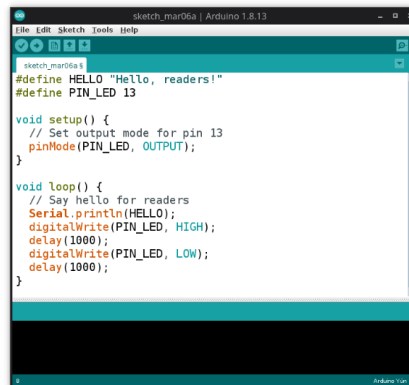


Рис. 2. Интерфейс среды Arduino IDE

Данная среда позволяет писать код на языке программирования C++ с использованием дополнительных библиотек, а также проверить написанный код перед загрузкой на плату.

Arduino IDE имеет большой набор готовых библиотек для работы с разнообразными модулями, а также может загружать их напрямую из удаленных репозиторий. Также большим достоинством данной среды является кроссплатформенность. Из минусов можно выделить то, что вся работа происходит только в одном файле, из-за чего он может достигать очень больших размеров, от чего его читаемость падает, а также нет полноценной возможности провести отладку кода.

MariaMole. MariaMole – интегрированная среда разработки, полностью совместимая с Arduino IDE, но имеющая дополнительные опции для работы с файлами. Данная среда позволяет делать многомодульные проекты, что улучшает читаемость кода и позволяет разбить его на отдельные части [5]. Также MariaMole позволяет изменять цветовую схему текстового редактора, одна из них приведена на рис. 3.

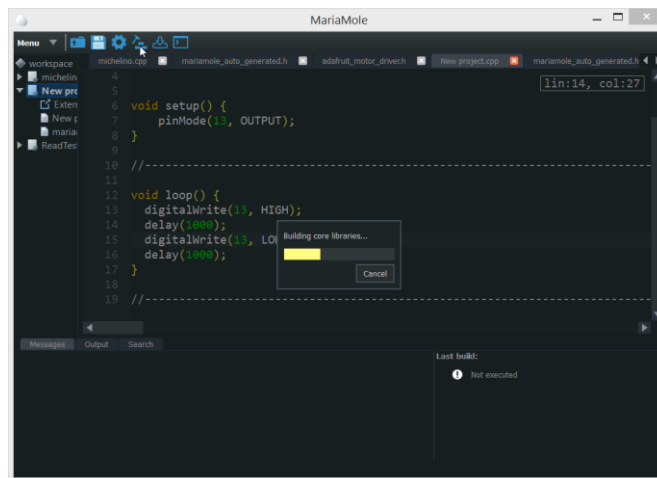


Рис. 3. Интерфейс среды MariaMole

Ранее данная среда распространялась только для ОС Windows, однако сейчас она доступна и на Linux, что делает её наиболее удобным инструментом для работы с Arduino.

STM32. STM32 – семейство микроконтроллеров на базе 32-битных процессоров Cortex архитектуры ARM [6]. Они представляют из себя платы, оснащенные микропроцессором и определенным количеством цифровых выходов (рис. 4).



Рис. 4. Контроллер STM32F4 Discovery

За счет большей производительности микроконтроллеры STM32 имеют более широкий круг применений, чем Arduino, однако в среднем они дороже.

Также часть плат поставляются без встроенного программатора, поэтому для загрузки программ используется, например, STLINK (рис. 5).



Рис. 5. Программатор STLINK

Данные контроллеры разделены на группы в зависимости от типа и мощности микропроцессоров. Определить группу микроконтроллера можно по табл. 1.

Таблица 1

Группы микроконтроллеров STM32

Высокая производительность	STM32F2, STM32F4, STM32F7, STM32H7
Основная линейка	STM32G0, STM32G4, STM32F0, STM32F1, STM32F3
Низкое энергопотребление	STM32L4+, STM32U5, STM32L0, STM32L1, STM32L4, STM32L5
Беспроводные контроллеры	STM32WL, STM32WB

STM32CubeIDE. STM32CubeIDE – кроссплатформенная интегрированная среда разработки для микроконтроллеров STM, позволяющая как писать программный код, так и загружать и делать его отладку (рис. 6) [7].

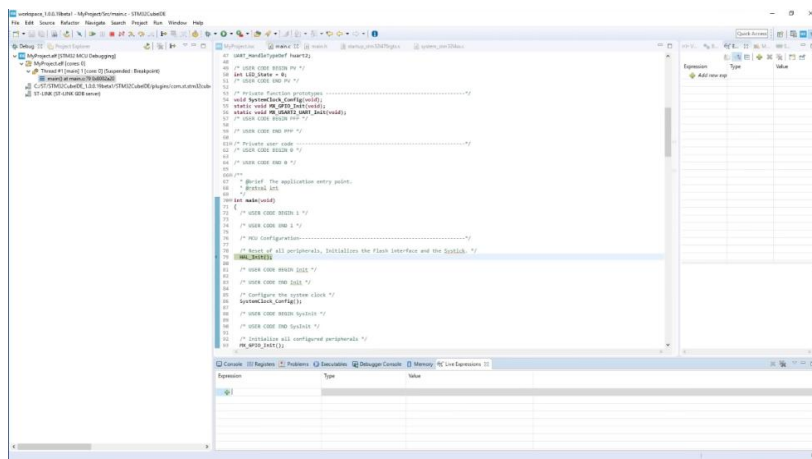


Рис. 6. Интерфейс среды STM32CubeIDE

Разработка ПО в данной среде осуществляется при помощи языка программирования Си/Си++ с использованием подготовленных файлов, которые индивидуальны для каждой платы. Так, эти файлы можно сгенерировать в программе STM32CubeMX (рис. 7), входящую в поставку вместе с IDE в пакете STM32Cube. Сгенерированные файлы включаются в папку проекта.

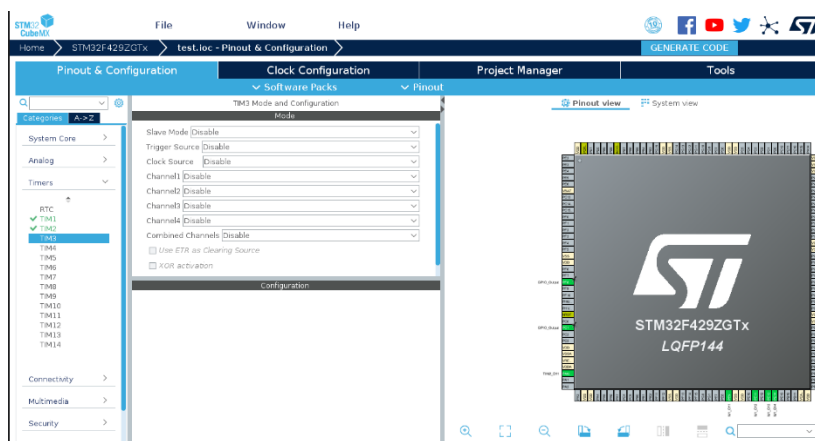


Рис. 7. Настройка выходов в программе STM32CubeMX

В заключении хотелось бы сказать, что STM32 имеет как и профессионально-ориентированные среды разработки, предоставляющие большее количество возможностей, так и большую производительность по сравнению с Arduino. Это делает данную платформу приоритетной для профессиональной разработки встраиваемых решений в то время, как Arduino больше подходит для более простых проектов, например, учебных.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Микроконтроллер Arduino. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Arduino#> Микроконтроллер (доступ свободный).
2. Arduino Uno. Общие сведения. – URL: <http://arduino.ru/Hardware/ArduinoBoardUno> (доступ свободный).
3. GNU компилятор для микроконтроллеров AVR. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/GNU_AVR_toolchain (доступ свободный).
4. Среда разработки Arduino IDE. – URL: http://arduino.ru/Arduino_environment (доступ свободный).
5. Среда разработки MariaMole. – URL: <https://www.rlocman.ru/news/new.html?di=146631> (доступ свободный).
6. STM32 микроконтроллеры. – URL: <https://www.st.com/en/microcontrollers-microprocessors/stm32-32-bit-arm-cortex-mcus.html> (доступ свободный).
7. Среда разработки STM32CubeIDE. – URL: <https://www.st.com/en/development-tools/stm32cubeide.html> (доступ свободный).

А.В. Исаев

**РАЗРАБОТКА КАРТОГРАФИЧЕСКОГО СЕРВИСА ДЛЯ
ОПТИМАЛЬНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ИНФРАСТРУКТУРЫ**

Руководитель – к.т.н., доцент кафедры математического обеспечения
и применения ЭВМ Д.П. Калачев

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Введение. В 2020 году государство ввело ряд мер, которые должны помочь малому и среднему бизнесу в сложных обстоятельствах. Сейчас действует федеральная и региональная поддержка. Программы господдержки малого и среднего бизнеса направлены прежде всего на отрасли, приоритетные для государства. В первую очередь помощь предоставляется с финансированием дела, которое будет полезным для вашего региона, области или даже конкретного города: например открытие аптеки, развитие растениеводства или туризма.

Разработанное приложение помогает бизнесмену оптимально разместить на карте города объект социальной инфраструктуры, проводя при этом конкурентный анализ и анализ населения.

Молодым семьям бывает непросто встать на ноги. Далеко не каждая пара имеет собственное жильё и средства, чтобы обеспечить себя и будущих детей. Чтобы оказать содействие молодёжи, государство предоставляет поддержку в виде социальных выплат. При этом наблюдается тенденция к нехватке мест в детских садах. В ближайшее время планируется полностью закрыть дефицит мест в детских садах и яслях, осуществить это собираются за счёт строительства новых учреждений. Разработанный картографический сервис помогает проанализировать количество детей в городе и расположение детских садов, чтобы оптимально открыть новый частый детский сад.

Также приложение помогает выгодно размещать предприятия бытового обслуживания: парикмахерские, мастерские, химчистки-прачечные, ателье, ломбарды, которые принадлежат индивидуальным предпринимателям.

Из-за эпидемии все больше компаний отказываются от офисной работы и начинают работать дистанционно, из-за чего люди стали меньше двигаться и потребность в открытии новых спортивных клубов становится еще более актуальной.

Для решения вышеописанных проблем, связанных с оптимальным размещением бизнеса на карте, разработан данный картографический сервис. Представленная версия приложения работает с аптеками, но может быть адаптирована к анализу размещения различных объектов инфраструктуры – разным направлениям бизнеса.

Существующие аналоги. Представленное приложение имеет аналоги, для сравнительного анализа были выбраны Maptive (www.maptive.com) и Mapbusinessonline (<https://www.mapbusinessonline.com>). Основным критерием выбора этих приложений является наличие функциональности поиска оптимального размещения объекта на карте. Были проанализированы достоинства и недостатки обоих упомянутых приложений и предоставляемого в докладе. Итоги представлены в табл. 1.

Таблица 1

Таблица сравнения с аналогами

Критерий	Martive	Mapbusinessonline	Представляемое приложение
Обязательная регистрация	Да	Да	Нет
Приложение платное	Да	Да	Нет
Расширенная визуализация бизнес-карты	Да	Да	Да
Возможность загрузки собственных данных	Да	Да	Да
Наличие информации о населении	Нет	Да	Да
Работа в России	Да	Нет	Да
Выбор поставщиков карт	Да	Нет	Да
Возможность экспорта карты	Да	Да	Да
Поиск оптимального размещения объектов на карте	Нет	Да	Да
Картографический анализ рынка, конкурентный анализ	Нет	Да	Да
Хранение данных в электронных таблицах Excel	Да	Да	Да

Картографический веб-сервис Martive позволяет изменить стиль отображения города в зависимости от значений определенного атрибута.

Десктопный сервис Mapbusinessonline позволяет помимо визуализации городов и отдельных районов города также находить оптимальное размещение различных объектов на карте с учётом конкурентного анализа и данных о населении. Пример основного окна сервиса представлен на рис. 1.

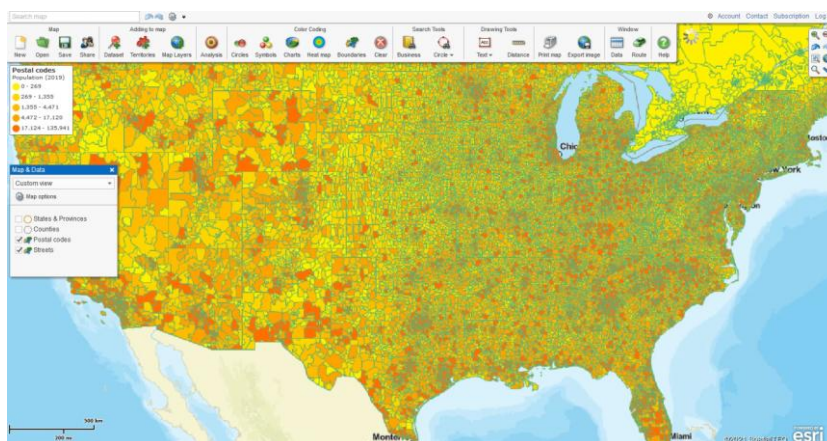


Рис. 1. Визуализация данных в сервисе Mapbusinessonline

Разработка картографического сервиса. Для решения задачи оптимального размещения объектов социальной инфраструктуры на карте был разработан картографический сервис, с помощью которого пользователь может отображать на карте аптеки, а также при визуализации карты изменять стили отображения объектов в зависимости от значений нескольких связанных с объектами атрибутов. Приложение позволяет проводить конкурентный анализ, а также анализ населения районов города.

В представляемую версию приложения включены данные по городу Таганрогу об аптеках и населении. Приложение позволяет загрузить собственные данные.

Пользователю предоставляется набор инструментов, обеспечивающих возможность отображения карты, выводимой информации об объекте инфраструктуры, языка подписей на карте, значков объектов.

Приложение помогает найти оптимальное место на карте для открытия бизнеса с учётом выбранных критериев и в пределах достоверности исходных данных. В качестве примера объектов для оптимального размещения были выбраны аптеки. Приложение использует актуальные на текущий момент данные об аптеках, данные о жителях взяты с официального сайта избирательной комиссии города Таганрога [1].

Принцип работы приложения.

1. На первом этапе происходит загрузка данных. Пользователь может загрузить свой файл с данными об аптеках и населении или воспользоваться данными, поставляемыми с приложением.

2. На втором этапе происходит визуализация данных. Пользователь может воспользоваться встроенными инструментами отображения или настроить свой стиль визуализации для просмотра расположения всех аптек, количества жителей и отдельно пенсионеров в кварталах.

3. Третий (основной) этап – анализ вариантов размещения. Пользователь размещает на карте маркеры, на месте которых он считает будет оптимально разместить новую аптеку, а также задает радиус буферной зоны для подсчета в заданной области количества других аптек, жителей и пенсионеров.

4. На четвертом этапе происходит поиск оптимального размещения объекта. Пользователь задает приоритеты критериев, и приложение начинает анализировать данные, в итоге оставляя на карте только оптимальное с точки зрения выбранных критериев место для открытия аптеки.

Расчёт оптимального расположения. Задача поиска оптимального расположения объекта на карте с учетом некоторых критериев относится к задачам многокритериальной оптимизации. В рассматриваемом случае в качестве таких критериев выбраны: количество аптек, жителей и пенсионеров, попавших в буферную зону (окружность), указанного радиуса. Критерий аптек минимизируется для избегания конкуренции, критерий жителей и пенсионеров максимизируется, чтобы охватить большее количество людей. За редким исключением при свертке критериев направление оптимизации всех частных критериев одинаково. В данном случае два критерия максимизируются и один минимизируется. Следует иметь в виду, что глобальный критерий максимизируется. Соответственно, и частные критерии должны иметь это же направление оптимизации. В данном случае необходимо критерий аптек максимизировать.

Первым делом для поиска оптимального размещения необходимо выполнить нормирование частных критериев, осуществив их приведение к относительным единицам – к интервалу [0,1]. Нормализация критериев выполняется по формуле:

$$f_i^{norm}(X) = \frac{f_i(X) - f_i^{min}}{f_i^{max} - f_i^{min}}. \quad (1)$$

Для поиска лучшей альтернативы необходимо воспользоваться свёртками. При свертке каждому частному критерию обязательно назначается приоритет, который называется весом. Веса критериев задаются пользователем и при использовании свёрток считаются известными заранее [2]. При задании весов должно выполняться условие нормировки весов:

$$0 \leq w_j \leq 1, \sum_{j=1}^m w_j = 1. \quad (2)$$

После нормирования свёртки начинают поиск лучшей альтернативы – маркеров, размещенных пользователем на карте. В приложении используются три свертки – линейная, мультипликативная, максиминная.

Линейная свёртка – простейшая и наиболее используемая функция свёртки:

$$F(X) = \sum_{j=1}^m w_j f_j(X) \rightarrow \max. \quad (3)$$

Мультипликативный критерий приводит к тому, что общее качество решения равно нулю, если хотя бы один частный критерий равен нулю. Достоинство свёртки в том, что частные критерии не требуют нормировки:

$$F(X) = \prod_{j=1}^m w_j f_j(X) \rightarrow \max. \quad (4)$$

Максимин – оптимальное решение обеспечивает получение наибольшей эффективности в худших условиях:

$$F(X) = \min_{j=1, \overline{m}} \max_{X \in D} f_j(X) \rightarrow \max. \quad (5)$$

После определения и визуализации оптимальной альтернативы пользователь может продолжить сеанс размещения маркеров на карте и повторном поиске оптимальной точки.

Заключение. При определении оптимального места для будущей точки продаж удобно использовать географические информационные системы. Такие информационные системы широко распространены за рубежом и уже стали доступны Москве. ГИС сочетают географические карты, представленные в цифровом виде, и основные данные по территориям, что позволяет наглядно представить такие характеристики торговой зоны аптеки, как данные о населении, характер покупок потребителей, списки мест расположения нынешних и предполагаемых точек торговли, включая аптеки [3].

Таким образом, программное обеспечение ГИС позволяет розничным торговцам быстро оценивать преимущества и недостатки различных вариантов расположения аптеки и просматривать полученные данные. В России на данный момент уже используются такие приложения, но в более крупных городах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Территориальная избирательная комиссия города Таганрога – URL: <https://taganrog.ikro.ru/electoral-boundaries/> (доступ свободный).
2. Родзин, С.И. Теория принятия решений: Конспект лекций. – URL: <https://docplayer.ru/77707193-Teoriya-prinyatiya-resheniy.html> (доступ свободный).
3. Лопаткина А.Е. Размещение объектов социальной инфраструктуры: зарубежный опыт и возможности для Российской практики. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razmeshenie-obektov-sotsialnoy-infrastruktury-zarubezhnyy-opyt-i-vozmozhnosti-dlya-rossiyskoy-praktiki> (доступ свободный).

А.А. Лащев

**РЕАЛИЗАЦИЯ РАСПРЕДЕЛЕННОГО МУЛЬТИАГЕНТНОГО
УПРАВЛЕНИЯ МАНИПУЛЯТОРОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ФРЕЙМВОРКА ROS**

Руководитель – д.т.н., профессор В.В. Вяткин

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Аннотация. Миниатюризация в электронике открывает возможность оснащения систем и системных компонентов индивидуальными средствами управления, даже в задачах, выполняемых в режиме реального времени, таких как управление движением. Возможность сместить акцент с централизованного управления и распределить часть задач на подсистемы и компоненты меняет подход к управлению такой распределенной системой. Особенно для выполнения синхронных задач нужны стратегии, применимые к децентрализованному подходу [1–3]. В данной статье представлен подход для реализации распределенного мультиагентного управления с подходящей коммуникационной архитектурой с использованием фреймворка Robot Operating System (ROS) [5]. Так же с применением предлагаемого подхода было произведено моделирование в симуляторе Gazebo Simulator [6].

1. Постановка задачи. Одной из основных задач распределенного мультиагентного управления является манипулятором является задача синтеза траекторного управления движением.

Предположим, что имеется траектория, заданная набором точек в пространственных координатах.

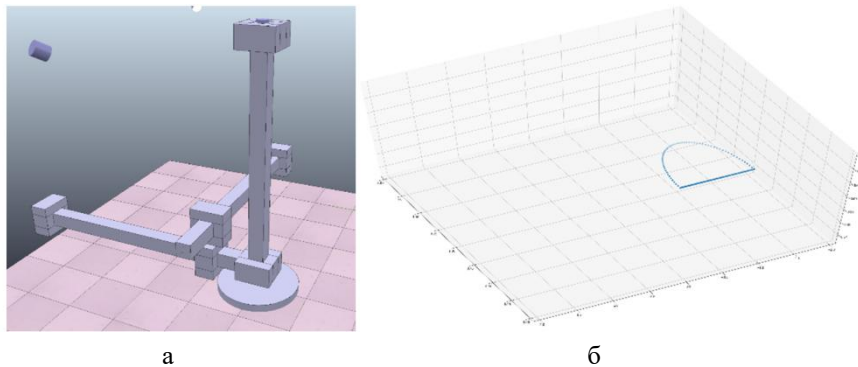


Рис. 1. а – пример модели манипулятора, б – пример заданной траектории

В контексте распределенного мультиагентного управления задача синтеза траекторного управления движением манипулятора представляет собой задачу синтеза асинхронного управления приводами звеньев манипулятора для следования схвата манипулятора вдоль заданной траектории.

Целью данной работы является разработка архитектуры коммуникации и алгоритма реализации такой задачи.

2. ROS. ROS обеспечивает стандартные службы операционной системы, такие как: аппаратную абстракцию, низкоуровневый контроль устройств, реализацию часто используемых функций, передачу сообщений между процессами, и управление пакетами. ROS основан на архитектуре графов, где обработка данных происходит в узлах, которые могут обмениваться между собой сообщениями.

ROS имеет множество поддерживаемых пользователями пакетов (организованных в наборы, которые называются стек), которые реализуют различные функции робототехники: SLAM, планирование, получения данных с датчиков, моделирование и т.д.

Возможности ROS:

- 1) разделение кода на различные модули и управление их сборками и зависимостями для индивидуальной разработки;
- 2) центральное хранилище общих параметров и файлов, доступное для всех компонентов (нет необходимости реализовывать пользовательский конфигурационный файл для этих параметров) ;
- 3) передача данных между узлами осуществляется с помощью простого абстрактного решения. ROS имеет встроенную систему так называемых тем(topics), которые помогают обмениваться данными между узлами;
- 4) поддержка коммуникации между различными машинами, соединенными в общую сеть Ethernet; [8]

Все эти характеристики фреймворка ROS делают его подходящим для его использования в качестве коммуникационной звена архитектуры распределенного управления.

3. Уравнения кинематики манипулятора

$$M_{n-1}^n = \begin{pmatrix} \cos \theta_n & -\sin \theta_n \cos \alpha_n & \sin \theta_n \sin \alpha_n & a_n \cos \theta_n \\ \sin \theta_n & \cos \theta_n \cos \alpha_n & -\cos \theta_n \sin \alpha_n & a_n \sin \theta_n \\ 0 & \sin \alpha_n & \cos \alpha_n & d_n \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad (1)$$

где, R – матрица 3×3 , описывающая вращательное движение, а T – матрица 3×1 , описывающая поступательное движение. $n \in 1 \dots N$. И N это количество звеньев манипулятора. [7]

$$r_0 = M_0^n r_g = M_0^1 M_1^2 \dots M_{n-1}^n r_g = \begin{pmatrix} R_0^n & T_0^g \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad (2)$$

где, R – матрица 3×3 , описывающая вращательное движение, а T – матрица 3×1 , описывающая поступательное движение. $n \in 1 \dots N$. И N это количество звеньев манипулятора. [3]. M_0^n результирующая матрица трансформации из системы координат n -звена в базовую систему координат манипулятора. А r_g матрица 4×1 , которая представляет собой координаты схвата манипулятора в системе координат n -ого звена.

$$p = (T_0^g(1) \quad T_0^g(2) \quad T_0^g(3) \quad \phi \quad \theta \quad \psi), \quad (3)$$

где $\phi = \text{atan}(R_{2,3}, R_{1,3})$, $\theta = \text{atan}\left(\frac{R_{1,3} \cos \phi + R_{2,3} \sin \phi}{R_{3,3}}\right)$, $\psi = \text{atan}\left(\frac{R_{3,2}}{-R_{3,1}}\right)$, p – координаты схвата манипулятора в базовой системе координат.

Обратная задача кинематики может быть решена эвристическими методами. Эти методы выполняют простые итерационные операции, которые постепенно приводят к приближенному решению. Эвристические алгоритмы имеют низкую вычислительную нагрузку и обычно поддерживают задание диапазона решений. Наиболее популярными эвристическими алгоритмами являются: Циклический координатный спуск (CCD) и алгоритм Левенберга–Марквардта.

Задачей данных алгоритмов является решение следующего уравнения:

$$\hat{\beta} \in \operatorname{argmin}_{\beta} S(\beta) \equiv \operatorname{argmin}_{\beta} \sum_{i=1}^N [y_i - f(x_i, \beta)]^2. \quad (4)$$

Применительно к обратной задаче кинематики манипулятора, вместо $f(x_i, \beta)$ можно подставить формулу (2), а y_i – вектор из (3)

4. Описание архитектуры и алгоритма предложенного подхода. На рис. 2 представлена схема архитектуры предложенной реализации системы распределенного мультиагентного управления.

Все отдельные компоненты системы (узлы) обмениваются данными используя коммуникационные протоколы ROS. У манипулятора имеет три звена (J1-J3), на каждом из которых есть независимый контроллер для управления приводом. На основе текущей позиции схвата манипулятора узел генерации траектории задает набор точек в базовой системе координат и временных меток прибытия в каждую точку траектории формирующий целевую траекторию движения для схвата манипулятора. После получения сигнала «Готов» от контроллеров, узел генерации траектории отправляет эти данные на узлы инверсной кинематики (ИК) каждого звена для пересчета координат точек траектории из базовой системы координат в обобщенные системы координат каждого звена (формула (4)).

Затем после пересчета координат каждый контроллер опрашивает состояния других контроллеров, и если все контроллеры отправляют сигнал «Готов» т.е. они готовы отправить команду на свои ПИД-регуляторы (PID).

Эта команда представляет собой ROS-action FollowJointTrajectory [9], в которой содержатся данные о целевой точке, скорости и ускорении. Таким образом контроллеры синхронизируются от одной точке к другой.

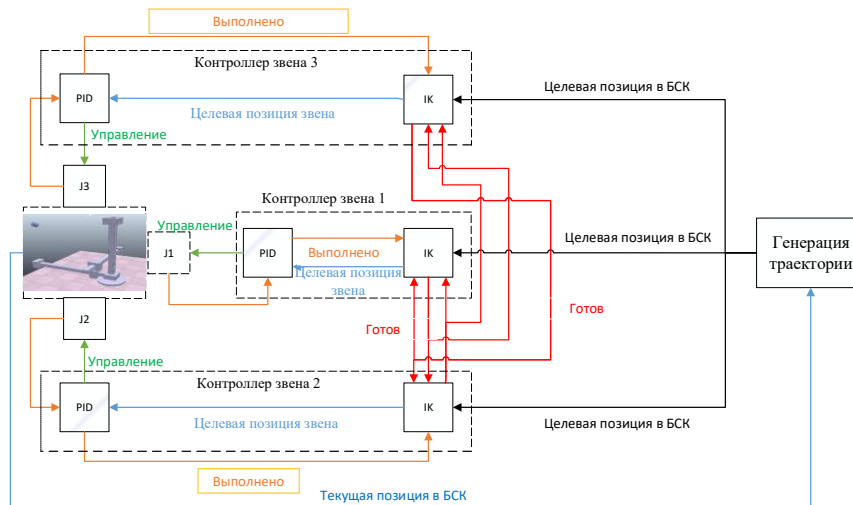


Рис. 2. Функциональная схема архитектуры системы распределенного мультиагентного управления

С помощью функций из API симулятора Coppelia Simulator [10] `simGetJointPosition()`, `simGetObjectFloatParameter(m_vrepJointsHandle, 2012, &vel)`, `simGetJointForce()` ПИД-регуляторы получают данные соответственно о текущей позиции, скорости, момента инерции своего звена. А управление приводами осуществляется с помощью функций `simSetJointPosition()`, `simSetJointTargetVelocity()` и `simSetJointForce()`. После того как ПИД-регуляторы выводят свое звено в целевую

координату, посылается сигнал выполнено обратно узлу инверсной кинематики. Затем узлы инверсной кинематики снова синхронизируются и отправляют на регуляторы параметры следующей точки траектории и регуляторы снова выводят свое звено в нужную координату. Блок-схема данного алгоритма приведена на рис. 3.

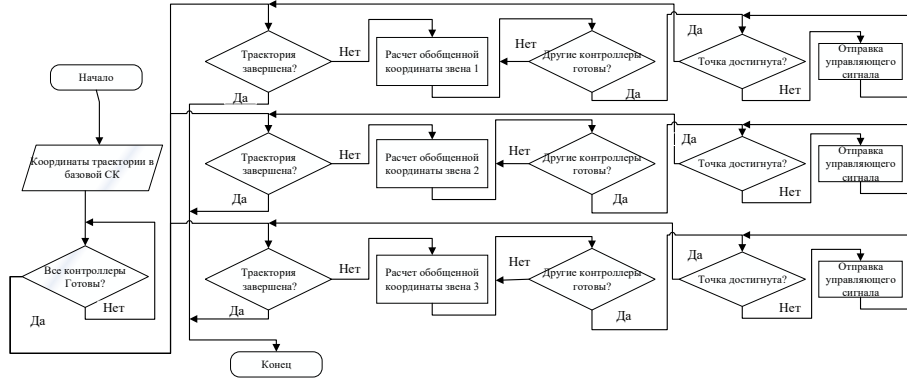


Рис. 3. Блок-схема алгоритма системы распределенного мультиагентного управления

5. Результаты моделирования. Для проверки предложенного подхода была использована модель трехзвенного манипулятора, представленного на рис. 1,а, и сгенерирована целевая траектория, показанная на рис. 1,б. Для решения прямой и обратной задач кинематики с помощью метода Денавита-Хартенберга была составлена кинематическая цепь, представленная на рис. 4.

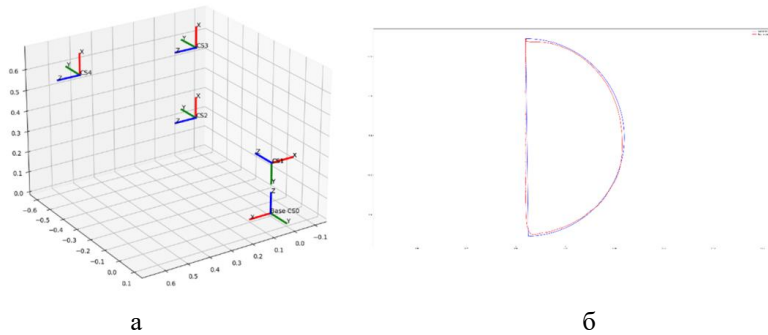


Рис. 4. а – кинематическая схема звеньев манипулятора на рис. 1,а; б – сравнение целевой траектории и траектории по результатам моделирования

Так же были рассчитаны параметры Денавита-Хартенберга для каждого из звеньев представленные в таб. 1.

Таблица 1

Параметры Денавита-Хартенберга манипулятора на рис. 1,а

Звено	d , м	a , м	θ , рад.	α , рад.
1	$0.2469 + q_1$	0.0	π	$-\pi/2$
2	$0.5052 + q_2$	0.0	$-\pi/2$	$\pi/2$
3	q_3	0.35	0.0	0.0
4	0.55	0.0	0.0	0.0

Результаты сравнения целевой траектории движения схвата манипулятора и траектории по результатам моделирования представлены на рис. 4.

Выводы. Таким образом, в данной работе был объяснен выбор темы исследования, выполнена постановка задачи и начальные данные для исследования. Был обоснован выбор фреймворка ROS, разработана схема архитектуры и алгоритм для реализации задачи распределенного мультиагентного управления. На основании предложенного подхода к реализации задачи распределенного мультиагентного управления было проведено моделирование с использованием симулятора Coppelа Simulator и приведены результаты моделирования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Caren Dripke, Zhongyi Ye, Alexander Verl.* Synchronization of a distributed interpolation application via cross-coupled control // 2019 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC), 2019.
2. *Dripke C. and Verl A.* Challenges in distributed interpolation with multi-components systems in future-oriented manufacturing units // The 47th International Conference on Computers and Industrial Engineering 2017. – 2017.
3. *Dorri A., Kanhere S.S., and Jurdak R.* Multi-Agent Systems: A Survey // IEEE Access. – 2018. – Vol. 6. – P. 28573-28593.
4. *Leitao P.* Agent-based distributed manufacturing control: A state-of-the-art survey // Engineering Applications of Artificial Intelligence. – 2009. – Vol. 22, No. 7. – P. 979-991.
5. ROS. Official Site. – URL: <https://www.ros.org> (доступ свободный).
6. Симулятор Coppelа Simulator. – URL: <https://www.coppeliarobotics.com> (доступ свободный).
7. *Лацев А.А.* Идентификация кинематической модели промышленного робота KAWASAKI FS003N // Информационные технологии, системный анализ и управление (ИТСАУ-2017): Сб. трудов XV Всероссийской научной конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, (06-08 декабря 2017 г.) / Южный федеральный университет; редкол.: В.И. Финаев, Е.А. Шестова, А.Е. Титов, Т. 1. – 2017. – С. 220-223.
8. ROS. Протоколы передачи данных. – URL: <http://wiki.ros.org/ROS/Patterns/Communication> (доступ свободный).
9. ROS. Пакет control_msgs. – URL: http://docs.ros.org/en/api/control_msgs/html/action/FollowJointTrajectory.html (доступ свободный).
10. Coppelа Sim API. – URL: <https://www.coppeliarobotics.com/helpFiles/en/apiOverview.htm> (доступ свободный).

А.Е. Антоненко

РАЗРАБОТКА СЕРВЕРНОЙ ЧАСТИ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПОКУПКИ И СОПРОВОЖДЕНИЯ ТУРИСТИЧЕСКИХ ПУТЕВОК

Руководитель – доцент кафедры математического обеспечения
и применения ЭВМ Л.В. Пирская

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Введение. Организованный туризм является значимым сегментом мирового рынка. При этом, во многих случаях, между туристом и сервисной организацией, которая его обслуживает, основным интерфейсом общения являются гиды и колл-центры туроператоров/агентов или принимающих компаний. Квалификация гидов и их способность взаимодействовать с туристами является сейчас определяющим фактором в процессах продажи туристам экскурсий.

Крупные туроператоры и принимающие компании стараются применять новые технологии для более эффективной работы с туристами, однако текущая выстроенная модель, когда туристов в оффлайне обслуживают гиды имеет большую инерцию, поэтому мы предполагаем, что создание мобильного приложения для туристов может решить задачу увеличения продаж экскурсий сервисными компаниями.

Постановка задачи. Данный проект заключается в разработке серверного программного обеспечения мобильного приложения для туристов, обслуживаемых туроператорами дистанционно.

Итоговое приложение должно представлять из себя комплексное решение, состоящее из различных разделов бизнес-логики. Во-первых, турист (основной целевой пользователь) должен иметь возможность приобрести и вести мониторинг тура, заказывать экскурсии, получать актуальные путеводители, поддерживать связь с гидом посредством чата. Во-вторых, должны быть доступны бэк-офисы туроператоров и гидов, в которых, они должны иметь возможность вести мониторинг туров, купленных экскурсий, самих отдыхающих, а также вести переписку с туристами. В-третьих, администратор должен иметь возможность управления контентом приложения, а также осуществлять модерацию пользователей системы.

Анализ предметной области и выбор технологий. Серверное решение базируется на хранении информации и быстром представлении к ней доступа. В данной системе должен быть предоставлен удобный инструмент для управления контентом, посредством веб-браузера. Один из основных разделов системы является чат в реальном времени с возможностью оповещений. Также в системе должна быть возможность интеграции сторонних сервисов, таких как: авторизация через социальные сети, получение актуальных экскурсий от поставщиков, сервисы метрики и логирования.

Проанализировав предметную область, были выбраны следующие технологии:

- ◆ PHP [3] – выбранный язык программирования;
- ◆ MySQL[3] – СУБД;
- ◆ Laravel – фреймворк реализации решения;
- ◆ GraphQL [1] – язык запросов для API;
- ◆ WebSockets [2] – протокол связи, необходимый для обмена сообщениями в реальном времени;
- ◆ Firebase – сервис для интеграции push-уведомлений в мобильном приложении;
- ◆ Redis – инструмент для управления очередями и кешированием;
- ◆ ReCaptcha – сервис для капчи;
- ◆ HTML/CSS/JS – языки для реализации веб-приложения;
- ◆ VueJs – фреймворк для пользовательских интерфейсов;

Разработка приложения

1. Авторизация.
2. Создание основных моделей.
3. Бэк-офисы.
4. Реализация API.
5. Чат и уведомления.

1. Авторизация

Было решено, разбить реализацию на разные модули авторизации: пользователя в мобильном приложении, общий модуль для авторизации туроператора и гида, модуль авторизации администратора - данное разбиение обоснованно сильно отличающимся функционалом и данными этих сущностей.

2. Создание основных моделей

На этом этапе важно определиться с основными сущностями в системе. Составив uml-диаграмму сущностей (рис. 1), были определены основные модели и справочники.

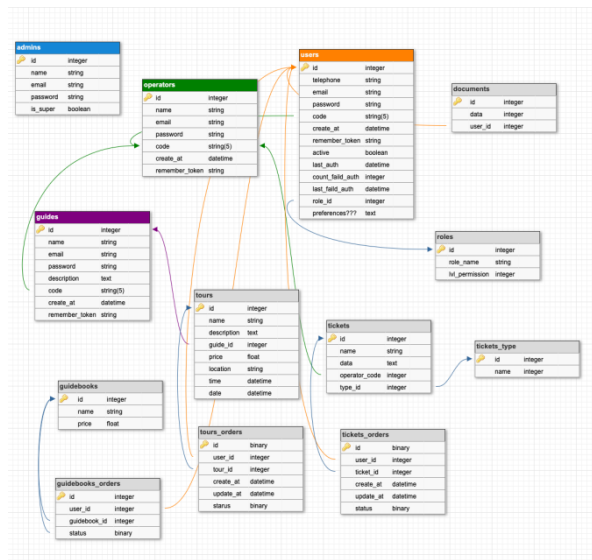


Рис. 1. Схема сущностей

3. Бэк-офисы

Определив основные модели, нужно определить основной функционал. Были разработаны схемы функционала для бэк-офисов. Результатом данного этапа является спроектированная архитектура приложения.

4. Реализация API

В качестве протокола API был выбран GraphQL[1]. В рамках данной спецификации необходимо описать типы (модели данных), queries (аналог GET запросов в REST) и mutations (аналог POST запросов). К плюсам использования данной технологии можно отнести: строгая типизация данных – клиент и сервер знают какими обмениваются данными, клиент сам выбирает какие данные ему получать, в одном запросе можно получить сразу несколько queries/mutations.

5. Чат и уведомления

Для базовой реализации чата, были созданы сущности Диалоги и Сообщения, а также написан контроллер для создания, редактирования, удаления и загрузки медиа файлов. Далее, изучив протокол websockets [2] были написаны эвенты: новое сообщение, пользователь в сети, пользователь вышел из сети, пользователь вводит сообщение. Эти эвенты передаются через websocket каналы в реальном времени, что позволяет клиентам и серверу общаться в online режиме.

Заключение. Были выделены основные этапы разработки серверного программного решения для покупки и сопровождения туристических путевок. Стоит отметить, что помимо самой реализации продукта важными этапами также являются: тестирование (юнит и стресс тестирование), написание документации по развертыванию продукта на сервере и поддержка.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. <https://graphql.org/> – (дата обращения: 5.03.2021) – документация по спецификации GraphQL
2. <https://ru.wikipedia.org/wiki/WebSocket> – (дата обращения: 1.03.2021) – статья википедии о протоколе WebSocket.
3. *Кевин Янк.* PHP и MySQL. От новичка к профессионалу – СПб.: Изд-во ЭКСМО, 2013. – 220 с.

Секция 3. СИСТЕМНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЦЕССЫ УПРАВЛЕНИЯ

Д.Ю. Щербак, В.В. Шадрин

ПОДХОДЫ К ПОСТРОЕНИЮ ЭТАЛОННОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ СИСТЕМЫ ПРЕДИКТИВНОЙ АНАЛИТИКИ

Руководитель – к.т.н., доцент, заведующий кафедрой систем
автоматического управления В.В. Шадрин

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Простой оборудования по причине выхода из строя его узлов является одной из распространённых причин затрат на предприятиях, использующих станки с ЧПУ.

Сложность прогнозирования выхода оборудования станков из строя определяется отсутствием статистической информации и датчиков контроля состояния. При этом дооснащение станков с ЧПУ датчиками не должно влиять на качество их работы и требовать конструктивных элементов. В работе рассматривается подход к модернизации фрезерного станка с ЧПУ TM20 1212, который разработан для высокопроизводительной обработки габаритных деталей.

Станок обладает следующими параметрами, которые важно регулировать в процессе его эксплуатации:

- ◆ точность позиционирования станка – 0,02 мм (20 мкм) / 300 мм;
- ◆ повторяемость станка – 0,04 мм (40 мкм) / 300 мм;
- ◆ частота вращения шпинделя – до 18 000 об/мин;
- ◆ мощность шпинделя – 4,5 кВт;
- ◆ максимальная скорость подачи по оси Y – до 6000 мм/мин; по оси X – до 6000 мм/мин; по оси Z – до 4000 мм/мин [1].

Опираясь на основные параметры и анализ принципов работы станка можно выделить параметры для контроля и сбора информации со станка с помощью следующих датчиков: беспроводные датчики температуры, вибраций, позиционирования для контроля температуры, вибраций и точности шпинделя [7].

Получаемая с датчиков в процессе работы станка информация будет сравниваться с эталонной моделью объекта для оценки уровня отклонения рабочих параметров от расчетных для выявления узла, создающего помехи, и прогнозирования времени его выхода из строя.

В зависимости от области науки и сферы применения под эталонной моделью понимаются различные объекты и модели. Так в источнике [3] определение сформулировано следующим образом: Эталонная модель – это абстрактное представление понятий и отношений между ними в некоторой проблемной области.

В [5]: Эталонная модель является наиболее общей структурой рассматриваемого домена, а именно «скелетом» (основой) для дальнейшей разработки и создания конкретной модели системы.

Из источника [2] следует, что эталонная модель – в системной, корпоративной и программной инженерии – это представление абстрактной структуры или предметной онтологии, состоящая из взаимосвязанного набора четко определенных понятий, созданных экспертом или группой экспертов для поощрения четкой коммуникации.

В бизнесе эталонную модель называют референтной и дают следующее определение: концептуальная модель, формализующая рекомендованные практики ведения бизнеса в определенной области [6].

Все эти определения имеют единую концепцию, которую мы будем использовать в работе: эталонная модель – это общее описание объекта в идеальных условиях, используемое для сопоставления с ней реального объекта в процессе функционирования с учетом различных влияний на него.

С помощью эталонной модели описывается связь между объектами для дальнейшего понимания ее работы. В эталонную модель входят основные параметры описания объекта и используются в качестве основы для работы объекта или применения ее на другом схожим по функциям объекте. Самое частое применение эталонной модели происходит в машинном обучении, когда систему необходимо обучить, основываясь на «нулевых» условиях системы.

Эталонная модель является «нулевой» или идеальной моделью, в которой учитываются параметры идеальной среды. Для того чтобы учесть в эталонной модели возможные отклонения в работе станка с ЧПУ необходимо учесть допустимую погрешность показаний датчиков, «заводской брак» и влияние сред на оборудование.

Допустимая погрешность определяется математически и вносится в эталонную модель как допустимые значения параметров работы станка. «Заводской брак» определяется на новом оборудовании в период гарантийного срока с помощью датчиков и сравнения данных с эталонной моделью: если показания в пределах нормальной работы эталонной модели, то считаем, что «заводской брак» отсутствует; если значения какого-либо параметра выходят за пределы эталонной модели, то считаем выявленным наличие «заводского брака» у станка с ЧПУ. Влияние сред на оборудование происходит в период его эксплуатации или долгосрочного простоя.

Воздействие сред на рассматриваемый объект бывает внешнее и внутреннее. Под внешним воздействием понимают одну из сторон влияния факторов на рассматриваемый объект. Под внутренним воздействием подразумевается функционирование объекта и изменение его параметров во времени. Эти два вида воздействий необходимо учитывать при эксплуатации оборудования и изготовлении продукции, т.к. они влияют на качество продукции и конечный результат.

Независимо от вида воздействия режимы эксплуатации и работы объекта могут быть разделены по времени и характеру воздействия: непрерывные; периодические (циклические); аperiodические (одноразовые); повторно-прерывные; случайные.

В качестве основных внешних факторов выделяют воздействие окружающей среды и место размещения станка, т.к. внешнее воздействие влияет на работоспособность и срок эксплуатации.

Определить наличие влияния внешней среды на оборудование можно тремя способами: наблюдение за объектом, диагностика оборудования, прогнозирование работоспособности системы.

Из ГОСТ Р 56257-2014 к станку с ЧПУ применимы следующие классификации факторов и выделение классов внешних воздействующих факторов, влияющих на работу: механические, климатические, специальных сред, электромагнитные.

Из механических факторов выделяют две группы:

- ◆ факторы статического воздействия (растяжение, сжатие, кручение, вдавливание);
- ◆ факторы динамического воздействия (удар, ускорения, вибрационное).

Из климатических факторов можно выделить влажность воздуха в месте расположения оборудования, температуру, наличие примесей в атмосфере.

К специальным средам относится химическое воздействие.

Существует понятие «независимый фактор» - одновременное действие нескольких факторов (таких как вибрации и ударное нагружение).

Воздействие внешних и внутренних факторов на оборудование проявляется путем химического или коррозионного.

В результате этих воздействий происходят обратимые и необратимые изменения в материалах станка, которые могут быть внутренние и внешние.

Также на оборудование воздействуют следующие виды энергии: тепловая, электрическая, электромагнитная, механическая.

К биологическим факторам относится воздействие человека.

С учетом вышеперечисленного распространенными являются следующие причины возникновения отказов:

- ◆ тепловое разрушение;
- ◆ деформация и механическое разрушение, включая нарушение контактов, обрывы и короткие замыкания, нарушение механических фиксаций и т.д.;
- ◆ электрическое разрушение;
- ◆ электрохимическая коррозия;
- ◆ изнашивание изделий и их деталей;
- ◆ загрязнение поверхностей деталей и изделий.

К основным внутренним факторам относятся процессы старения и изнашивания. Старение происходит независимо от частоты использования оборудования; изнашивание происходит в процессе неправильной эксплуатации и воздействия внешних факторов [4].

На основе вышесказанного можно сделать вывод, что при сравнении с эталонной моделью параметров работы станка с ЧПУ будут определяться отклонения из-за влияний различных факторов, что в дальнейшем повлияет на скорый выход из строя оборудования. На рисунке 1 показана предлагаемая структура подсистемы для определения отклонений в объекте, как часть системы предиктивной аналитики.

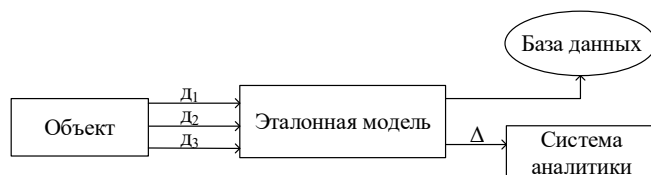


Рис. 1. Структурная схема определения отклонений в работе станка с ЧПУ

С объекта с помощью датчиков (D_1 , D_2 , D_3) снимаются показания, которые сравниваются с эталонной моделью для выявления отклонений Δ в работе оборудования, при этом полученная информация хранится в базе данных. Дальнейший анализ полученных отклонений с помощью нейронных сетей позволяет прогнозировать выход из строя оборудования и представляет результат работы в Систему аналитики.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Трасе Magic Казанская станкостроительная компания: Главная: Станки с ЧПУ: Фрезерные станки с ЧПУ: Для стали и цветных металлов: TM20 1212. – URL: <https://tracemagic.ru/stanki/frezernye-stanki/dlya-tsvetnogo-metalla-i-stali/tm20-1212> (дата обращения: 10.03.2021).
2. Wikipedia: статья «Reference model». – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Reference_model (дата обращения: 15.03.2021).

3. Википедия: статья «Эталонная модель». – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/ Эталонная_модель](https://ru.wikipedia.org/wiki/Эталонная_модель) (дата обращения: 14.03.2021).
4. ГОСТ Р 56257–2014. Характеристика факторов внешнего природного воздействия. Общая классификация. Дата введения 2016-01-01.
5. ГОСТ Р 57131–2016. Интеграция предприятий. Эталонная модель принятия решения. Дата введения 10 октября 2016 г.
6. Управление предприятием: статья «Референтная модель» (дата публикации: 23.07.2020). – URL: <https://upr-ru.turbopages.org/upr.ru/s/article/referentnaya-model/> (дата обращения: 13.03.2021).
7. Щербак Д.Ю., Шадрин В.В. Разработка аппаратно-программного комплекса диагностики технического объекта и оценки работоспособности его элементов // Информационные технологии, системный анализ и управление (ИТСАУ-2020): Сб. трудов XVIII Всероссийской научной конференции молодых ученых, аспирантов и студентов (Таганрог, 3–5 декабря 2020 г): в 3 т.– Ростов-на-Дону; Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2020. – ISBN 978-5-9275-3747-1 (Т. 2). – 284 с. – ISBN 978-5-9275-3748-8 (Т. 1).

В.А. Витченко

КОНЦЕПЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ КОМПЬЮТЕРНО-ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ЗЕРНОВЫХ ТЕРМИНАЛОВ

Руководитель – к.т.н., доцент, заведующий кафедрой систем автоматического управления В.В. Шадрин

Южный федеральный университет, г. Таганрог

В данной работе описывается общий принцип работы комплексов с зерновым элеватором, выявление у существующих комплексов проблем и пути их устранения.

Зерновой терминал, компьютерно-информационная система, автоматизация, MES-системы.

Построение распределенной компьютерно-информационной системы для зерновых терминалов представляет собой комплексный вопрос, требующий понимания протекающих процессов внутри него.

На рис. 1 в общих чертах представлена модель работы условного зернового комплекса:

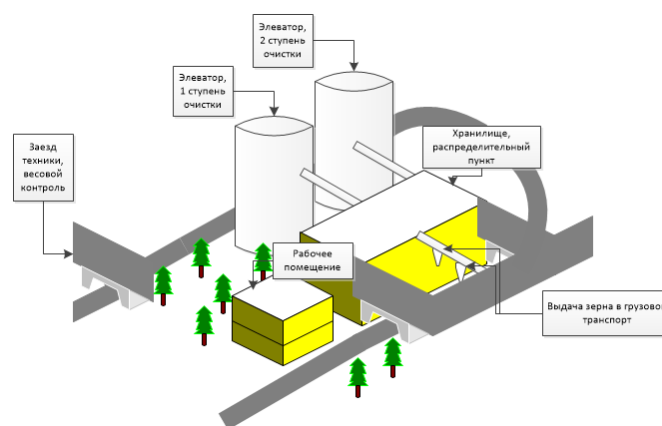


Рис. 1. Общий вид зернового комплекса

В общих чертах представлен процесс доставки и обработки зерна: Зерно провозят через контрольный пункт (1), на котором происходит взвешивание груза, а также берется проба зерна для оценки качества. Далее, зерно выгружают в элеваторы и очищают (2, 3), после чего оно попадает в хранилище (4). Отсюда происходит распределение (5) и дальнейшая логистика [2].

Чтобы реализовать распределенную компьютерно-информационную систему, необходимо произвести автоматизацию всего предприятия и вкпе с разрабатываемой компьютерно-информационной системой, реализовать работу всего предприятия.

На рис. 2 представлена структурно-функциональная модель комплекса.

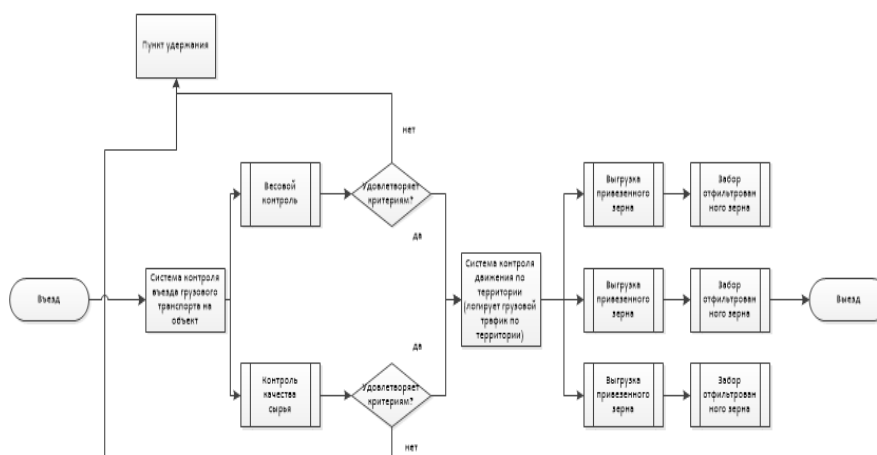


Рис. 2. Общий вид структурной-функциональной модели функционирования зернового комплекса

Стоит обратить внимание на тот момент, что, если груз не проходит систему контроля на въезде, он отправляется в пункт удержания, для ожидания возможности решения возникшей проблемы [1].

Для выявления основных задач и целей данной работы, был произведен анализ существующих решений, а также оценка текущей ситуации на сельскохозяйственных предприятиях. На сегодняшний день многие объекты до сих пор используют штрих-кодирование для автоматизации производства. Данное решение не целесообразно, так как весь процесс доставки и обработки зерна занимает слишком много времени, а также из-за малой автоматизации таких предприятий на них преобладает человеческий труд [3].

Наша цель привести предприятия к полной или почти полной автоматизации, максимально исключив при этом человеческий фактор. Судя по анализу существующих решений, данная цель реализуема с помощью платформы «1С:ПРЕДПРИЯТИЕ8.3», «1С:БУХГАЛТЕРИЯ» [5] Концепция построения информационной системы также будет включать в себя использование MES-системы – это система интеллектуального управления производством. С её помощью будет выбираться оптимальный вариант управления производством, а также производиться контроль за сроками исполнения плана и объемы выполненных работ. Внимательно изучив все программные продукты, которые предлагает рынок, следует, что каждая такая программа создается специально для определенного предприятия. Наша задача заключается в разработке концепции построения типового решения для предприятий зерноперерабатывающей отрасли [6].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Волгин В.В.* Склад: логистика, управление, анализ. – 11-е изд. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и Ко», 2015. – 724 с.
2. *Андреев Е.Б., Куцевич И.В., Куцевич Н.А.* MES-системы. Взгляд изнутри. – РТСофт. – Космоскоп, 2015. – 240 с.
3. *Ицкович Э.Л.* Методы комплексной автоматизации производства предприятий технологических отраслей. – М.: КРАСАНД, 2013. – 232 с.
4. *Решетников И.С.* MES: стратегическая инициатива. – М.: НГСС, 2019. – 289 с.
5. Официальный сайт компании Черноземье. – URL: <http://www.chernozemie-inteko.ru/> (дата обращения: 18.03.2021).
6. Официальный сайт компании 1С. – URL: <https://solutions.1c.ru/> (дата обращения: 18.03.2021).

В.А. Падалица

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОГОДОЗАВИСИМОЙ АВТОМАТИКИ ДЛЯ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ

Руководитель – к.т.н., доцент, заведующий кафедрой систем автоматического управления В.В. Шадрин

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Отлаженный процесс контроля отопления позволяет помимо обеспечения комфортных условий труда и отдыха в помещении, также избежать существенных затрат энергии, которые имели бы место быть в случае отсутствия автоматизации. Благодаря автоматизации систем контроля отопительных приборов можно уменьшить влияние «человеческого фактора», поскольку регулирование тепловой энергии будет осуществляться непосредственно, самой системой. В лучшем случае подобная система должна будет обеспечивать нужный температурный режим вне зависимости от текущих погодных условий на улице. Однако более качественно задача поддержания микроклимата в помещениях решается при помощи использования погодозависимой автоматики.

Под погодозависимой автоматикой в первую очередь нужно понимать комплекс аппаратных программных средств, которые способны обеспечивать работу системы отопления по заданному алгоритму. Сам алгоритм заключается в том, чтобы повышать температуру теплоносителя при снижении температуры на улице и наоборот. Иными словами, должно происходить автоматическое изменение температуры теплоносителя в системе отопления в соответствии с различными колебаниями температуры окружающего воздуха, алгоритм должен поддерживать температуру в помещении на заранее установленном уровне, что позволит уменьшить теплопотери. Классические системы отопления являются инертными, как как на изменение температуры теплоносителя может затрачиваться существенное время, в том числе зависящее от объемов отапливаемого помещения и технических характеристик котельного оборудования. При этом учет наружной температуры воздуха позволяет сократить время реакции системы, за счет учета в управляющих алгоритмах данного фактора для прогнозирования охлаждения или нагрева помещения. В качестве достоинств существующих систем отопления с погодозависимой автоматикой можно отметить возможность управлять расходом топлива в котле, учитывая погодные условия, оперативно компенсировать перегрев или снижение температуры в жилых помещениях. При этом существенным недостатком является обеспечение датчиков температуры с учетом расположения их с солнечной или теневой стороны здания.

При разработке системы управления отоплением с применением погодозависимой автоматики будем считать, что отопительные приборы в помещении выбраны с учетом отапливаемого объема и площади остекления, являющейся источником теплопотери.

Для систем с погодозависимой автоматикой тепловой режим отапливаемого помещения зависит от совокупности влияния непрерывно изменяющегося внешнего температурного воздействия и внутреннего регулируемого. Для корректного выбора технических средств автоматизации необходимо произвести оценку данных воздействий. К внешнему относится температура воздуха снаружи здания, влажность воздуха и интенсивность солнечной радиации. Под внутренним, регулируемым влиянием на тепловой режим, в первую очередь понимается работа отопительных приборов и систем отопления. Изменяя температуру теплоносителя, его расход и продолжительность подачи в отопительные приборы, можно регулировать температурный режим помещения. Наряду с требованием поддержания заданной комфортной температуры важным фактором является обеспечения технико-экономического эффекта функционирования системы.

Стандартная система погодозависимой автоматики, будет состоять из следующих компонентов:

- ◆ Управляющий контроллер.
- ◆ Датчики температуры.
- ◆ Регулирующий клапан с насосом.

Контроллер работает по принципу анализа данных с нескольких датчиков температуры. Данные датчики анализируют температуру снаружи помещения, температуру внутри помещения, а также температуры на обратном и подающем трубопроводе системы отопления. После того, как была учтена и проанализирована разница температурных показателей со всех датчиков, избирается оптимальный режим работы отопительного котла.

В работе предлагается для обеспечения качественного процесса регулирования и повышения технико-экономических показателей работы системы дополнительно учитывать совокупность изменения сразу нескольких природных факторов, включая изменение температуры, скорости ветра и влажности. Таким образом модернизированная система отопления с погодозависимой автоматикой должна дополнительно оснащаться соответствующими датчиками, что приведет к необходимости разработки новых управляющих алгоритмов.

Оборудование для погодозависимой автоматики может учитывать изменения всех факторов, указанных выше. Благодаря терморегулятору возможно поддержание температуры теплоносителя в необходимом диапазоне, ориентируясь на температуру снаружи помещения. Автоматические отопительные системы оборудованы датчиками освещенности и ветра, чтобы еще более точно определять условия внешней среды. Данные факторы также влияют на интенсивность работы котла отопления. Регулятор должен своевременно реагировать на изменение этих факторов.

Если датчики для погодозависимой автоматики будут установлены только внутри помещения, но не снаружи, то будет наблюдаться большая инерционность. Скажем, если наступит потепление, а из-за отсутствия внешних датчиков система своевременно об этом не узнает, то котел перейдет на режим работы на малой мощности с некоторым запаздыванием, но в помещении установится температура выше необходимой. Собственно, именно управление системой отопления с учетом получения показаний с четырех датчиков позволит достичь экономии энергоресурсов, поскольку температурный режим будет изменяться плавно [1].

Если говорить о частных домах, в которых установлена погодозависимая автоматика, то в них система может напрямую управлять мощностью котла отопления. Если речь идет о больших многоквартирных домах или общественных зданиях, то там система будет управлять работой возвратного клапана, который может пускать меньшую или большую часть отработанного теплоносителя обратно в отопительный контур.

Погодозависимая автоматика имеет некоторые особенности при установке. Наиболее важными из них является выбор мест для монтажа внутреннего и внешнего датчиков температуры. Желательно, чтобы при монтаже внешнего датчика учитывалась его защищенность от прямых солнечных лучей. К тому же данный датчик не должен быть закрыт какими-либо преградами для ветра. Целесообразнее устанавливать данный датчик на северо-восточной стороне здания на небольшой высоте. Также необходимо, чтобы датчик был вынесен со стены дома, чтобы на его показания не влияли теплопотери. Внутренний датчик также не желательно располагать возле камина, входных дверей и любых других источников холода или тепла, чтобы минимизировать погрешность в результаты измерения [2].

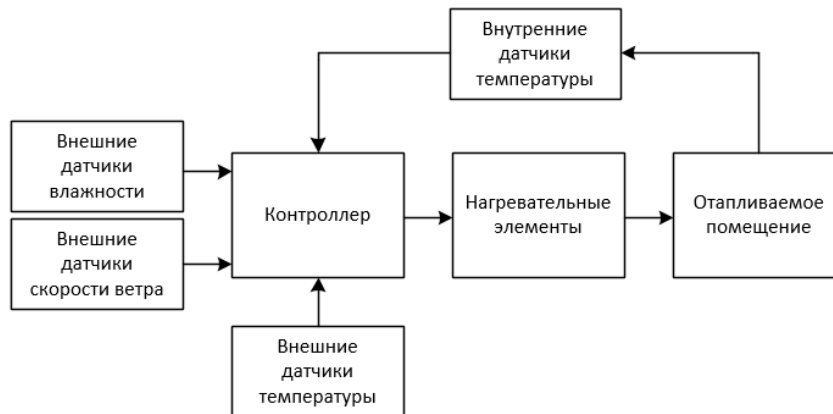


Рис. 1. Структурная схема

На рис. 1 приведена структурная схема системы отопления с использованием погодозависимой автоматики. Принцип работы системы заключается в том, что на управляющий контроллер подаются показания с нескольких внешних датчиков температуры, влажности и скорости ветра и с внутренних датчиков температуры, установленных в помещении. Анализируя данные показания контроллер управляет работой нагревательных элементов, которые установлены в отапливаемом помещении.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Автоматизация систем отопления и ГВС. – Режим доступа: <http://www.tss-k.ru/node/9/>.
2. Автоматизированные системы теплоснабжения и отопления. – Режим доступа: <https://www.c-o-k.ru/library/document/13203>.

М.А. Слепченко, А.С. Грищенко

ОБЗОР ОСНОВНЫХ ВИДОВ АНАЛИЗА ИТ-ПРОЕКТОВ

Руководитель – старший преподаватель кафедры системного анализа
и телекоммуникаций А.С. Грищенко

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Проектный анализ – комплексная экспертиза проекта программы. Данная экспертиза необходима для определения успешности проекта в целом. Проектный анализ позволяет определить достижения, продолжительность, препятствия, которые могут возникнуть, количество разнообразных вещей, с которыми необходимо работать одновременно, и так далее. Будь то выпускной, последняя работа, презентация или проект; все требует анализа, чтобы понять, стоит ли тратить время и средства на реализацию идеи. Чтобы разобраться более подробно следует ответить на еще один вопрос «Требуется ли анализ уже после завершения реализации или нет?».

Если необходимо оценить только производительность, то анализ и оценку достаточно проводить и на этапе завершения. Но когда дело доходит до большинства вещей в жизни, нам нужно регулярно анализировать, чтобы видеть, все ли идет гладко или нет. Аналогично и с ИТ-проектами. Время от времени необходимо проводить анализ, выявлять ошибки, упущенные или возникающие возможности, а также определять наличие белых пятен, чтобы вовремя внести корректировки в техническое задание.

Статистика за последний год, показывает, что более двух третей всех проектов не были завершены вовремя и также превышали бюджет. Так, например, исследование, проведенное Harvard Business Review, указывает на то, что только провал ИТ-проектов обходится экономике США в 50–150 миллиардов долларов в год. Следовательно, возникает вопрос «Что отличает провалившиеся две трети проектов от успешной трети?». Это не только отсутствие планирования, но и отсутствие регулярного анализа того, как идут дела. Если руководство не имеет понятия о возникающих проблемах, то с малой вероятностью коллизии будут устранены. Анализ проекта позволяет увидеть существующие проблемы, а также предполагаемые проблемы, если таковые имеются.

Рассмотрим подробнее основные, необходимые к проведению виды анализа проекта.

Кадровый анализ

Предположим, что в команде закреплено три программиста. Задачи распределены между ними. Обнаруживается, что одному из программистов требуется меньше времени для выполнения определенной задачи, а другой приступая к работе над задачами не соблюдает сроки. При проведении кадрового анализа выясняется, что второй программист в данный момент работает над несколькими проектами одновременно. Кадровый анализ позволяет спланировать и откорректировать время, поставленное на выполнение задачи в соответствии с нагрузками каждого из членов команды [1]. Во время кадрового анализа также выявляется неэффективность сотрудника, нехватка или переизбыток рабочей силы. В случае возникновения нехватки людей в команде, можно вовремя отказаться от нового, параллельного проекта или принять решение о приеме нового сотрудника. Так планирование потребности в человеческих ресурсах представлена на рис. 1.

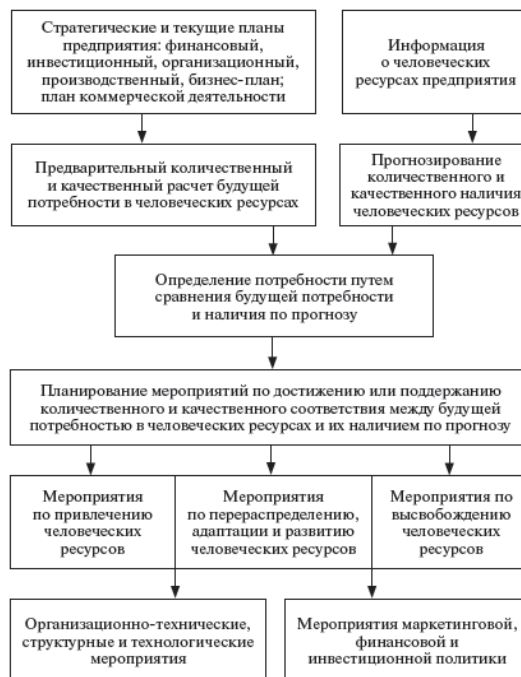


Рис. 2. Планирование потребности в человеческих ресурсах

Анализ процесса

Составление проектного плана заключается не только в определении задач и назначении исполнителей. Также необходимо регулярно проводить проверку выполнения поставленных задач, выявлять причины задержек: в любом проекте всегда будет набор критических задач, которые во многом определяют успех проекта. Критические задачи – это те задачи, на которых требуется максимально сосредоточиться во время анализа [2]. Анализ процесса, если он проведен должным образом, позволит не только прогнозировать задержки, но и разработать план действий по их устранению.

Бюджетный анализ

Любое внесение изменений в процессе разработки проекта или постановка заказчиком новой, противоречащей выполненной работе задаче – это финансовые потери. Любая выполненная задача – это потерянное время, а также количество часов, умноженное на стоимость часа работы каждого члена команды. Во время проектного цикла постоянно возникают подобные ситуации. Регулярный бюджетный анализ позволяет выявить стоимость проекта и соответствуют ли он расходам в рамках проекта [3]. Если есть расхождения, необходимо искать причины и при необходимости сокращать расходы в других областях. Некоторые организации также делают упор на проведение аудит проекта для отслеживания всех изменений.

Анализ рисков

Не всегда продвижение проекта может идти гладко и строго по намеченному плану. При ведении проекта следует учитывать вероятность возникновения различного рода технических неполадок, отсутствия сотрудника на рабочем месте в связи с болезнью и прочими неприятностями, возникновения новых задач, которые могут продлить проект и увеличить его стоимость. Анализ рисков может быть качественным и количественным. Классификация рисков представлена на рис. 2. Проведя анализ рисков, можно сделать выводы, что проект не потерпит серьезных изменений, а также предусмотреть непредвиденные обстоятельства.



Рис. 3. Классификация рисков

В проведении анализа рисков могут помочь записи о предыдущих проектах, выявление наиболее вероятных рисков и последствий их возникновения [4]. Несмотря на то, что данный анализ мог быть проведен еще на этапе планирования, не следует отказываться от его регулярного проведения. Выполнение анализа рисков является обязательным условием для проектов с высокой степенью риска.

Анализ требований клиентов

Несмотря на то, что план проекта содержит все требования клиента многие вещи, могут оставаться неуточненными или по ним, не было принято окончательное решение. Самым важным на этом этапе анализа является привлечение внимания команды к приоритетным требованиям [5]. Приоритетные требования – это требования, которым клиент придает большое значение. Клиент может допустить неточности в требованиях, имеющих для него низкую ценность, но неточности в приоритетных, могут негативно повлиять не только на отношения с заказчиком, но и к потере данного проекта в целом. Поэтому необходимо регулярно согласовывать результат или изменения в проекте с заказчиком.

Вывод. Из приведенных выше примеров видно, что отсутствие любого из рассмотренных видов анализа может пагубно отразиться на успешном завершении проекта. Анализ в сочетании с тщательной оценкой выявляет проблемы, которые могут возникнуть в будущем, и недостатки, от которых страдает проект в настоящее время. Проведение регулярного анализа гарантирует, что планы будут составлены более точно и нагрузка между членами команды будет распределена соответствующим образом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Грахов В.П., Мохначев С.А., Фролова В.П. Аналитическая система комплексной оценки кадрового потенциала проектной организации // *Фундаментальные исследования*. – 2016. – № 2-1. – С. 135-139.
2. Волков И.М. Грачева М.В. Проектный анализ: учебник. – М.: ЮНИТИ, 1998.
3. Шеремет В.В., Павлюченко В.М., Шапиро В.Д. и др. Управление инвестициями. В 2-х т. – М.: Высшая школа, 1998.
4. Грачева М.В. Анализ проектных рисков: учеб. пособие. – М.: Финанстатинформ, 1999.
5. Управление проектами /под общ. ред. В.Д. Шапиро. – СПб.: Изд-во «Два-Три», 1996.

К. Абилова

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕКТА ПРИ ИЗМЕНЕНИИ РАДИУСА
«КОЛОДЦА»**

Руководитель – д.т.н., заведующий кафедрой систем управления
и информационных технологий И.М. Першин

Южный федеральный университет, г. Таганрог

В статье рассмотрены расчетные зависимости для напорных водоносных горизонтов, динамика формирования радиуса «колодца». Освещены расчётные формулы и методика определения формирования радиуса «колодца».

Радиус «колодца», параметры перетекания, водоупор, водоносный горизонт, фильтрация.

Процесс фильтрации рассматривается в виде водоносной системы, включающей в себя три водоносных горизонта, разделенных двумя водоупорами. Для нахождения потока применяются предпосылки Гириного-Мятиева. В общей постановке система уравнений (1) имеет вид [1]:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial S_1}{\partial t} = a_1^* \frac{\partial^2 S_1}{\partial r^2} + \frac{a_1^*}{r} \frac{\partial S_1}{\partial r} - \frac{k_0}{\mu_1^*} \frac{\partial S_0}{\partial z} \\ \frac{\partial S_2}{\partial t} = a_2^* \frac{\partial^2 S_2}{\partial r^2} + \frac{a_2^*}{r} \frac{\partial S_2}{\partial r} - \frac{k_0}{\mu_2^*} \frac{\partial S_0}{\partial z} - \frac{k_{00}}{\mu_2^*} \frac{\partial S_{00}}{\partial z} \\ \frac{\partial S_3}{\partial t} = a_3^* \frac{\partial^2 S_3}{\partial r^2} + \frac{a_3^*}{r} \frac{\partial S_3}{\partial r} - \frac{k_{00}}{\mu_3^*} \frac{\partial S_{00}}{\partial z} \\ \frac{\partial S_0}{\partial t} = a_0^* \frac{\partial^2 S_0}{\partial z^2}; \quad \frac{\partial S_{00}}{\partial t} = a_{00}^* \frac{\partial^2 S_{00}}{\partial z^2} \end{array} \right. , \quad (1)$$

где S_2, S_1, S_3 – понижения уровня в горизонтах; a_i^* – пьезопроводность слоя; μ_i^* – водоотдача слоя.

Начальные условия можно выразить следующей формулой (2):

$$\left\{ \begin{array}{l} t = 0, \quad S_j = 0, \quad Q = 0; \\ t > 0, \quad \lim_{r \rightarrow 0} r \frac{\partial S_1}{\partial r} = \lim_{r \rightarrow 0} r \frac{\partial S_3}{\partial r} = 0 \quad \lim_{r \rightarrow 0} r \frac{\partial S_2}{\partial r} = -\frac{Q}{2\pi k m_2} \\ t > 0, \quad r \rightarrow \infty, \quad S_1 = S_2 = S_3; \quad \lim_{r \rightarrow \infty} \frac{\partial S_1}{\partial r} = \lim_{r \rightarrow \infty} \frac{\partial S_2}{\partial r} = \lim_{r \rightarrow \infty} \frac{\partial S_3}{\partial r} = 0 \\ 0 < t < \infty, \quad S_0 = S_1 (z = m_0), \quad S_0 = S_2 (z = 0); \quad S_{00} = S_2 (z = m_{00}), \quad S_{00} = S_3 (z = 0). \end{array} \right. \quad (2)$$

Понижение уровня описывается следующим уравнением (3) [2]:

$$\text{Ln} S = \text{Ln} \frac{Q}{4\pi k m} + \text{Ln}[-E_i(-\alpha)],$$

где

$$\alpha = \frac{r^2}{4a^* t}; \quad \text{Ln} \frac{1}{\alpha} = \text{Ln} \frac{t}{r^2} + \text{Ln}(4 \times a^*) \cdot \quad (3)$$

Из (3) следует, что график экспоненциальной функции, и фактически наблюдаемых в процессе откачки понижений уровня при совмещении будут сдвинуты по оси ординат на величину $Ln(Q/4\pi km)$, и по оси абсцисс – на $Ln(4a^*)$.

Представим, имеется одна добывающая скважина. Понижение уровня (H_y) в точке расположения добывающей скважины, при заданном дебите (Q), описывается зависимостью (4) [3]:

$$H_y = \frac{Q}{4\pi km} Ln\left(\frac{2,25 \cdot a^*}{r^2}\right) + \frac{Q}{4\pi km} Ln(t_{np}), \quad (4)$$

где

$$Ln(t_{np}) = Ln(\tau) - Ln(1+1,78 \cdot b^* \cdot \tau/\mu^*) = Ln(\tau) - (Ln(\tau) + Ln(1/\tau + 1,78 \cdot b^*/\mu^*))$$

или

$$Ln(t_{np}) = - Ln(1/\tau + 1,78 \cdot b^*/\mu^*).$$

где τ – текущее время от начала возмущения скважины ($0 \ll \tau$);

a^* – пьезопроводность пласта;

km – водопроводимость пласта;

b^* – параметр перетекания;

r – радиус «колодца» (см. рисунок 1);

μ^* – водоотдача пласта.

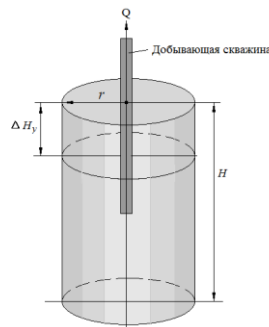


Рис. 1. Схема колодца

При достаточно большом τ , зависимость преобразуется к виду с формулой (5):

$$H_y = K_y \cdot Q, \quad K_y = \frac{1}{4\pi km} \left(Ln\left(\frac{2,25 \cdot a^*}{r^2}\right) - Ln(1,78 \cdot b^*/\mu^*) \right) \quad (5)$$

Полагая $km = 201,33 \text{ м}^2/\text{сут}$; $a^*/r^2 = 110 \text{ сут}^{-1}$; $\mu^* = 0,00008$; $b^* = 0,000059 \text{ сут}^{-1}$, получим $Kr1 = 0,001914$, $Kr10 = 0,0011613$, $Kr30 = 0,0003871$.

Если за время Δt дебит изменился на ΔQ , то в стационарном режиме понижение напора, вызванное воздействием j -ой добывающей скважины ($V_4(y_j, \tau)$), может быть записано в виде $V_4(y_j) = \Delta H_y = K_y \cdot \Delta Q$. Для рассмотренных выше физических свойств водоносного пласта ($\Delta H_y = 5 \text{ м}$), в установившемся режиме дебит $\Delta Q = \Delta H_y / K_y = 2/0,001914 = 2612,33 \text{ м}^3/\text{сутки}$; $V = Q/S = 1000/394,981 = 2,53177$, где S – понижение уровня.

$$K \text{ пер} = S/Q = 394,981/1000 = 0,394.$$

K пер зависит от R колодца:

$$S = 0,366Q/km \cdot \lg(R(t)/r_j) = 0,366 \cdot 1000/1 \cdot \lg(10/12) = 394,981 \text{ м}.$$

где Q – дебит;

km – водопроницаемость пласта;

$R(t)$ – радиус влияния скважины;

r_j – расстояние от возмущающей скважины до наблюдательной скважины.

Примем коэффициент передачи, зависящий от радиуса «колодца», равным единице. Исследование проводится в статическом режиме, с постоянным дебитом в 100 м^3 . Проводим верификацию, приняв коэффициент, равным 0.001914827 . Отсюда определим значение K_1 для скважины, равное $605,013$ [4].

Исследуя динамическую систему, задаем синусоидальное воздействие. Определение значения фазы представлено на рис. 2.

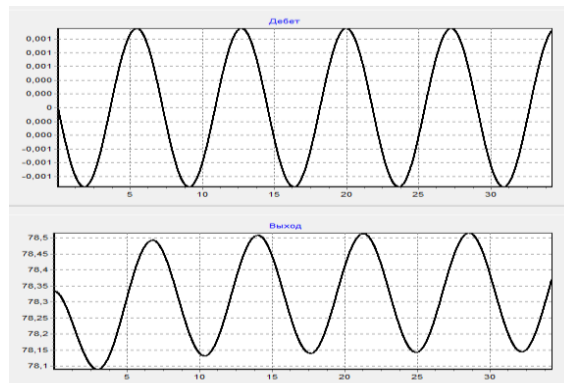


Рис. 2. Определение значения фазы

В ходе проведения верификации и определения реакции системы на выбранные пространственные моды, получены следующие значения коэффициентов K_1 и фазы $\Delta\phi$, представленные в табл. 1 и построен следующий график (рис. 3), определяющий нелинейную зависимость $K(R)$ от R_0 .

Таблица 1

Полученные значения коэффициентов

Статический режим			Динамический режим		
Значение коэффициента	Значение коэффициента	Значение коэффициента	Значение коэффициента	Значение коэффициента	Значение коэффициента
0,001914 при $R = 1$	0,0011613 при $R = 10$	0,0003871 при $R = 30$	0,001914 при $R = 1$	0,0011613 при $R = 10$	0,0003871 при $R = 30$
K_1	K_1	K_1	ϕ	ϕ	ϕ
605,013	388,937	361,664	-1,102	-1,102	-1,102

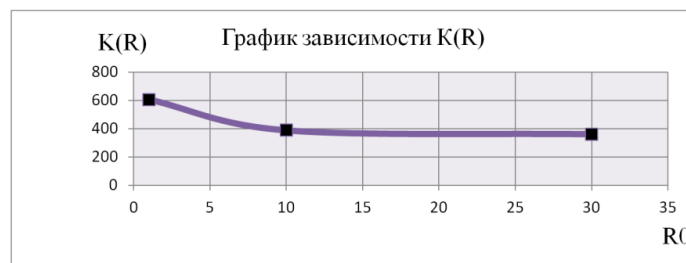


Рис. 3. График зависимости $K(R)$ от R_0

В статье определены значения коэффициентов K_1 и фазы $\Delta\varphi$, построен график нелинейной зависимости $K(R)$ от R_0 , а также положено начало исследования взаимосвязи понижения уровня и дебита.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бочевер Ф.М., Гармонов И.В., Лебедев А.В., Шестаков В.М. Основы гидрогеологических расчетов. – М.: Недра, 1965. – 305 с.
2. Малков А.В., Першин И.М. Системы с распределенными параметрами. Анализ и синтез. – М.: Научный мир, 2018. – 476 с.
3. Першин И.М. Анализ и синтез систем с распределенными параметрами. – Изд-во РИА КМВ, 2019. – 243 с.
4. Abilova Karina. Оценка динамики гидrolитосферного процесса при изменении радиуса «колодца» // Современная наука и инновации. – 2020. – № 1 (29). – С. 30-35.

И.А. Попов

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ САМОЛЕТОМ-АМФИБИЕЙ В РЕЖИМЕ ГЛИССИРОВАНИЯ

Руководитель – д.т.н., доцент, директор Института компьютерных технологий и информационной безопасности ИТА ЮФУ Г.Е. Веселов

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Одним из характерных режимов полета любого самолета-амфибии (СА) является режим глиссирования – режим движения, при котором самолет удерживается на воде за счет его скоростного напора (скольжения). Управление самолетом в режиме глиссирования требует от летчика высочайшей концентрации, поскольку гидродинамические характеристики уменьшаются, но растут аэродинамические, из-за чего появляются ситуации, при которых СА становится неуправляемым.

Поэтому разработка современных алгоритмов управления СА в режиме глиссирования является первостепенной задачей для облегчения управления движением самолета в этом режиме, поскольку кроме параметров движения СА летчику необходимо контролировать выпуск средств механизации, режимы работы двигателей, а также работу различных бортовых систем. Очевидно, что автоматизация управления движением самолета в режиме глиссирования значительно снизит нагрузку на пилотов.

Равномерное глиссирование характеризуется двумя параметрами: углом дифферента и скоростью движения. Также отмечается высокое значение числа Фруда ($F_r > 3$), которое характеризует соотношение между силой инерции и силой тяжести, действующими на элементарный объем жидкости или газа.

Ключевая особенность режима глиссирования СА – существование граничных значений углов дифферента, выход за которые влечет за собой возникновение продольных колебаний даже на спокойной воде, что создает существенные проблемы управления самолетом-амфибией, особенно на высоких скоростях глиссирования [1].

При изучении особенностей режима глиссирования также важно знать, что возникающие колебания по углу дифферента (продольные угловые колебания в вертикальной плоскости) также способствуют появлению наибольших вертикальных перемещений (колебаний) центра тяжести гидросамолета, что является главной причиной потери путевой устойчивости.

Зависимость устойчивости глиссирования от скорости движения самолета-амфибии обуславливается тем, из-за больших скоростей продольная раскачка становится все более существенной, что в результате приведет к выходу самолета за

верхнюю границу устойчивости и его “выбросу” из воды [2]. На рис. 1 представлены полученные экспериментальным путем графики, устанавливающие границы устойчивости продольного движения СА вблизи поверхности воды.

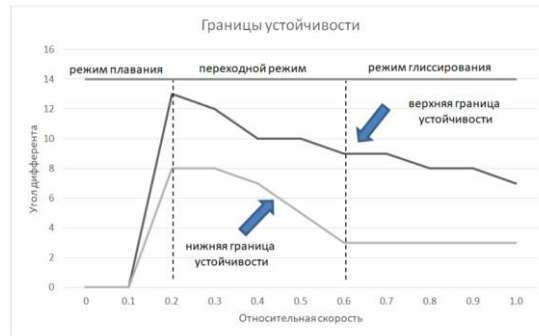


Рис. 1. Границы устойчивости режимов движения самолета-амфибии

Задача управления СА в режиме глиссирования многократно усложняется в условиях волнения поверхности воды. Поэтому демпфирование возникающих продольных колебаний – это необходимое условие обеспечения безопасности движения. На сегодняшний день, на гидросамолетах в качестве исполнительного органа демпфера используется руль высоты. Однако потенциально более перспективным выглядит применение для этих целей управляемого адаптивного гидродинамического стабилизатора, который значительно повысит эффективность применения демпфера [3].

Указанные особенности полета СА в режиме глиссирования обуславливают сложность задачи синтеза автопилота, который должен оперативно реагировать на изменение параметров движения, обеспечивать нахождение этих параметров в границах устойчивости, демпфировать характерные режимы нелинейных колебаний по углу дифферента и компенсировать влияние волновых возмущений.

В этой связи, вызывает большие сомнения способность типовых регуляторов, построенных на основе упрощенных линеаризованных уравнений движения, обеспечивать решение задач управления СА в режиме глиссирования. Необходимо использование наиболее адекватных нелинейных математических моделей продольного движения СА и современных методов синтеза регуляторов.

При решении задач синтеза систем управления СА в режиме глиссирования предполагается использовать принципы и методы синергетической теории управления, продемонстрировавших свою высокую эффективность при разработке перспективных автопилотов для данного класса летательных аппаратов [4–6].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дурицын Ю.Г., Анастасов В.К., Самохин В.В., Сафронов П.В. Основы гидромеханики гидросамолета. – Таганрог: ИП Ашихмина О.С., 2016. – 364 с.
2. Лотов А.В. Глиссирование и быстрый вход тел в воду. – М.: Изд-во МФТИ, 1984.
3. Бондарец А.Я., Зданевич В.Г., Анастасов В.К. Демпфирование колебаний летающей лодки на волне при взлетах и посадках // Сб. докладов II научной конференции по гидроавиации «Геленджик-98». – М., 1998.
4. Колесников А.А. Синергетическая теория управления. – М.: Энергоатомиздат, 1994.
5. Колесников А.А., Веселов Г.Е., Попов А.Н., Колесников Ал. А., Топчиев Б.В., Мушенко А.С., Кобзев В.А. Синергетические методы управления сложными системами: Механические и электромеханические системы. Изд. стереотип. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2013. – 304 с.
6. Колесников А.А., Кобзев В.А. Динамика полета и управление: Синергетический подход в теории управления. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2009. – С. 198.

Д.В. Касимов

**КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ
ТЕМПЕРАТУРНЫМ РЕЖИМОМ ВАРОЧНОГО ШКАФА**

Руководитель – к.т.н., доцент кафедры систем автоматического управления
Ю.А. Заргарян

Южный федеральный университет, г. Таганрог

В настоящее время в России разработкой **регуляторов температуры и влажности** занимается много предприятий. Это обусловлено тем, что в каждом маленьком городе и даже деревне появляются производители, использующие технологические процессы, связанные с регулировкой этих параметров. Таким образом, спрос на такие устройства большой [1-6].

В результате исследований было выявлено, что в России для автоматизации подобных технологических процессов часто используют орловские приборы Т419. Но устройства данного типа можно отнести к устаревшим, так как они разрабатывались около десяти лет назад. Т419 обладают некоторыми недостатками, одним из которых является постоянное присутствие оператора, так как после каждого этапа технологического процесса необходимо менять заданные параметры.

Среди современных разработок можно отметить приборы серии «Термодат» выпускаемые ООО «УралТеплоПрибор» и «МПП 51» фирмы «Овен».

Прибор «Термодат–38Н1» предназначен для измерения и регулирования температуры и влажности. Прибор имеет два универсальных входа. Каждый вход может работать с любой термопарой ХА, ХК, ЖК, МК, НН или термосопротивлением Pt, Cu. Диапазон измерения температуры от минус 50°С до 200°С для любого датчика. Влажность определяется психрометрическим методом по разности температур, измеренной на первом и втором каналах. При этом первый канал прибора предназначен для измерения температуры «сухого термометра», а второй — для измерения температуры «влажного термометра».

В психрометрическом методе прибор измеряет температуры «сухого» и «влажного» термодатчиков. Значение относительной влажности прибор вычисляет на основании психрометрической таблицы по температуре «сухого» и по разности температур «сухого» и «влажного» термодатчиков. В память прибора «защиты» две таблицы – для скорости аспирации (обдува) 0.8 м/с, соответствующей скорости движения воздуха в закрытых помещениях, и 3м/с - для обдува «влажного» термодатчика с помощью вентилятора в стандартном аспирационном психрометре.

В качестве термодатчиков к прибору могут подсоединяться две термопары или два термосопротивления. Но поскольку указанная выше разность температур обычно мала, применение независимых датчиков может дать большую ошибку в определении влажности, так как погрешности измерения датчиков складываются. Для получения значения относительной влажности с более высокой точностью в приборах Термодат-38ПН1 предусмотрено измерение психрометрической разности температур дифференциальными термопарами.

По заявке прибор может поставляться в комплекте с комбинированным психрометрическим датчиком влажности и датчиком температуры. Датчик имеет стеклянный водяной питатель. В качестве «сухого» термометра в нем установлен термометр сопротивления Pt100. Для измерения разности температур «сухого» и «влажного» термометров используется батарея из пяти дифференциальных термопар. Батарея термопар позволяет регистрировать малые разности температур с высокой точностью, что приводит к увеличению точности определения влажности.

Психрометрические датчики влажности могут работать в загрязненной и запыленной атмосфере. Время установления показаний составляет около 20 минут.

Прибор имеет два четырёхразрядных светодиодных цифровых индикатора для индикации температуры и влажности.

Прибор может быть снабжен интерфейсом для связи с компьютером. Компьютерная программа позволяет накапливать результаты измерений, наблюдать и распечатывать графики влажности и температуры.

В приборах с архивом измеренная температура записывается в энергонезависимую память с привязкой к реальному времени и календарю. Период записи от 1 мин до 1 часа. Архив не может быть удален оператором, Передача архива на компьютер по интерфейсу.

Технические характеристики

Питание ~ 220В переменного тока 50 Гц.

Потребляемая мощность – не более 10Вт.

Требования по безопасности соответствуют ГОСТ 12.2.007.0-75 и ГОСТ 12997.

Габаритные размеры электронного счетного прибора - 96x96x110 мм, монтажный вырез в щите - 92x92 мм.

Масса – не более 0,8 кг.

Исполнение по конструкции, прочности и устойчивости к внешним воздействиям факторам

Прибор предназначен для щитового размещения согласно ГОСТ 5944-91. Электронный прибор по устойчивости и прочности к воздействию температуры и влаги соответствуют группе исполнения В1 по ГОСТ 12997-84 для эксплуатации в закрытых отапливаемых или охлаждаемых и вентилируемых производственных помещениях, рабочий диапазон температур +5оС... +45оС, влажность до 75% при 30оС. Прибор не содержит драгоценных металлов [1].

Прибор «МПП 51». Прибор предназначен для измерения и регулирования температуры и влажности. Он производит регулирование одновременно по двум каналам, по заданной программе. Программы составляются пользователем и могут иметь от двух до 20 шагов. Прибор может использоваться в пищевой промышленности. Например, в хлебопекарнях для поддержания режима в расстоечных шкафах, в печах для выпечки хлеба; на мясо- и рыбокомбинатах для обеспечения технологического процесса в камерах варки и копчения, в камерах созревания, в универсальных климатических камерах. Также прибор можно использовать при производстве железобетонных изделий для процесса термоотверждения. МПП51 может помочь при поддержании нужных режимов в камерах сушки древесины.

Найти применение устройству управления температурно-влажностным режимом варочного шкафа можно:

- ◆ в хлебопекарнях для поддержания режима в расстоечных шкафах;
- ◆ в печах для выпечки хлеба;
- ◆ на мясо- и рыбокомбинатах, для обеспечения технологического процесса в камерах варки и копчения;
- ◆ в камерах созревания;
- ◆ в универсальных климатических камерах;
- ◆ при производстве железобетонных изделий для процесса термоотверждения;
- ◆ при поддержании нужных режимов в камерах сушки древесины;
- ◆ в варочных шкафах;
- ◆ в инкубаторных установках.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Фролова И.Г., Фролов С.В.* Нарушение температурно-влажностного режима – фактор снижения безопасности // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. – 2013. – № 3 (11).
2. *Кашкаров А.П.* Датчики в электронных схемах. От простого к сложному. – М.: ДМК Пресс, 2015. – 200 с.
3. *Саченко А.А.* Измерение температуры датчиками со встроенными калибраторами. – М.: Книга по Требованию, 2012. – 456 с.
4. *Пушнина И.В., Понаськова К.А.* Анализ и принцип управления климатом инкубатора // Вестник молодёжной науки России. – 2020. – Вып. № 5. – ISSN 2658 – 7505.
5. *Ганцевский А.В., Заргарян Ю.А.* Применение нечеткого контроллера в системе управления частотой вращения ротора двигателя // Вестник молодёжной науки России. – 2020. – Вып. № 5. – ISSN 2658 – 7505.
6. *Запорожцева Л.С., Заргарян Ю.А.* Система управления стабилизацией пневмоколесной платформы // Вестник молодёжной науки России. – 2020. – Вып. № 5. – ISSN 2658 – 7505.

К.В. Яковенко

РАЗРАБОТКА ERP СИСТЕМЫ С ВЕБ-ИНТЕРФЕЙСОМ ДЛЯ МАЛОГО И СРЕДНЕГО БИЗНЕСА

Руководитель – старший преподаватель кафедры математики и информатики
И.Ф. Развеева

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону

Рост продаж или расширение списка услуг, предоставляемых компанией, непременно ведет к усложнению бизнес-процессов, увеличению штата сотрудников, возникает необходимость выводить коммуникацию между отделами и подразделениями на новый уровень. Старые методы ведения клиентской базы, бухгалтерской отчетности, складского учета такие как записи на бумажных носителях, в таблицах или облачных хранилищах, уже не работают. Как итог, для повышения эффективности работы и формирования благоприятной деловой среды возникает необходимость применения современных информационных технологий.

На данный момент происходит активное развитие всех сфер бизнеса, по этой причине практически каждая компания сталкивается с необходимостью внедрения информационной системы, которая послужит для оптимизации какой-либо части работы. Это необходимо для того, чтобы оставаться гибкой и конкурентоспособной компанией на рынке, а также снизить риски [4].

На сегодняшний момент существует множество стратегий для автоматизации бизнеса. Как один из примеров, интеграция ERP системы позволяет оптимизировать расходы и ресурсы организации. С развитием IT ERP-системы становятся все более универсальными и функциональными, выходя за традиционные рамки методологии ERP. Эти изменения позволили сменить вектор развития архитектуры на Web-ориентированную архитектуру, которая сильно отличается от архитектуры традиционных ERP-систем [2, 3].

Цель данного исследования – разработать ERP систему с веб-интерфейсом для малого и среднего бизнеса, руководствуясь положениями современной концепции с использованием актуального и надежного инструментария. Архитектуру системы можно описать следующим образом:

Платформа. Это базовый набор возможностей системы и среда для связи модулей и компонентов с базой данных. Под понятием платформы подразумевается набор сущностей, таких как:

1. Ядро. В качестве ядра ERP системы была выбрана технология Express. Она отвечает за связывание пользовательского интерфейса с базой данных с помощью реализованного API. Express был выбран по причине его широкого функционала и простоты, что ускоряет скорость разработки, также поддерживается комьюнити, за счет чего имеется большое количество расширений. В разработке ядра данного проекта использовались следующие технологии:

1.1. Body-parser – библиотека, позволяющая преобразовывать данные из приложения в формат JSON.

1.2. Express-promise-router – библиотека для преобразования данных, отдаваемых сервером в Promise.

1.3. Mongoose – библиотека для работы с базой данных MongoDB.

2. Базовый функционал. Набор таблиц и функций, без которых невозможна работа ни одной компании. Например, таблицы пользователей с правами доступа, таблица клиентов, таблицы товаров и услуг и т.д.

Управление данными. В качестве базы данных была выбрана система MongoDB (рис. 1).

Collection Name	Documents	Documents Size	Documents Avg	Indexes	Index Size	Index Avg
categories	3	211B	71B	1	32KB	32KB
products	4	425B	107B	1	36KB	36KB
sales	5	352B	71B	1	36KB	36KB
users	1	113B	113B	1	32KB	32KB

Рис. 1. База данных в MongoDB

Простой, удобный и надежный инструмент облачного хранения данных, работающий по принципу NoSQL. Данная технология так же позволяет при необходимости иметь несколько баз данных, разделанных на кластеры, что позволяет удобно разделять логику внутри неё [1].

Модули. Компоненты, подключаемые к платформе по мере необходимости. Они связываются с базой данных с помощью платформы и применяют функционал по мере его необходимости. Стоит отметить, что модули работают независимо друг от друга, могут «бесшовно» подключаться и без проблем отключаться при потере потребности в них. Такая модульная структура – важное отличие современных ERP-систем.

Коннекторы – служат для связи между платформой и сторонними приложениями. В большинстве случаев коннектором является API ядра платформы, которое позволяет производить интеграцию между приложением и платформой ERP-системы. В данном проекте коннектором была выбрана библиотека Axios, связывающая каждый сервис с API ядра проекта, обращаясь по endpoint-ам к серверу.

Структура, представленная на рис. 2, характерна для ERP-систем с логической точки зрения. У части систем отсутствует выраженная модульность. Они встроены в программу, однако их использование по-прежнему возможно отдельно друг от друга по мере необходимости. Так же существуют ERP-системы, которые выделяют все модули в отдельные продукты.

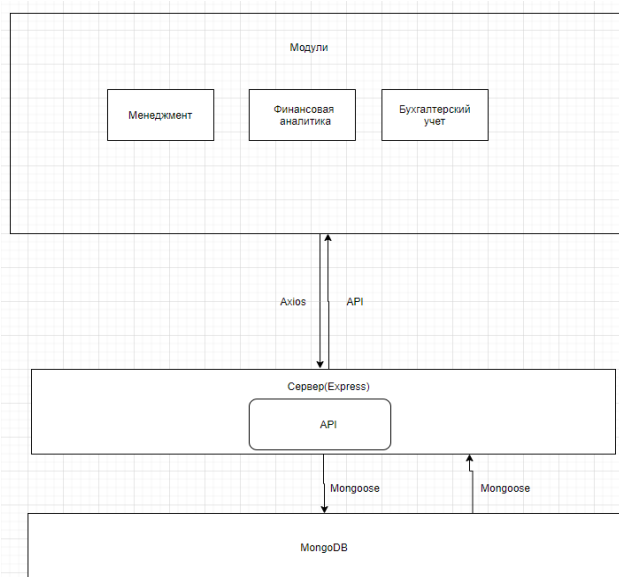


Рис. 2. Схема представленной ERP системы

Рассмотрим более подробно функционал разработанной системы. На рис. 3 и 4 изображен пользовательский веб-интерфейс, позволяющий управлять (добавлять, изменять, удалять) таблицами Товары и Категории. Данная ERP является универсальной, так как таблицы можно заполнить любыми типами товаров, в данном случае таблица выступает как совокупность абстрактных объектов.



Рис. 3. Веб-интерфейс управления товарами



Рис. 4. Веб-интерфейс управления категориями товаров

Рассмотрим интерфейс форм добавления и изменения данных о товарах. На рис. 5 представлена форма создания новых товаров, а на рис. 6 представлена форма изменения данных по конкретному товару.

Скриншот формы добавления товара. Интерфейс имеет боковую панель с меню: Главная, Товары, Категории. Основная форма содержит следующие поля:

- Название товара:
- Цена товара:
- Цена закупки товара:
- Количество товара:
- Описание товара:

Внизу формы находится кнопка "Сохранить".

Рис. 5. Форма добавления товара

Скриншот формы изменения товара. Интерфейс идентичен форме добавления, но кнопка "Сохранить" имеет желтый фон.

Рис. 6. Форма изменения товара

Рассмотрим главную страницу на рис. 7. На ней отображена основная информация по продажам, а также график, показывающий соотношение затрат и дохода.

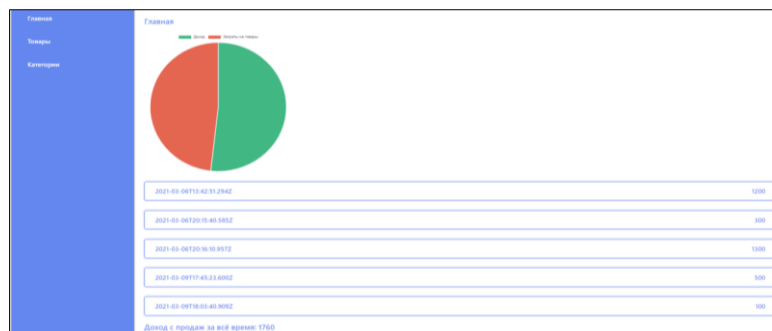


Рис. 7. Главная страница приложения

В дальнейшем планируется доработать данный продукт, автоматизировать ряд процессов путем добавления новых микросервисов, таких как:

1. Управление финансами и финансовая аналитика. Реализация планирования.
2. Автоматизация продажи товаров. Создание единой системы продажи товаров.

3. Автоматизация бухгалтерского учета.
4. Расширение функционала менеджмента. Детальная аналитика продаж за разные периоды времени с прогнозируемыми выводами.
5. Реализация личного профиля для отслеживания и корректировки при выполнении поставленных задач для каждого сотрудника.
6. Переход на объектно-реляционную базу данных и систему запросов GraphQL.

Данные расширения ERP системы позволят составить конкуренция среди систем для крупных предприятий, что, в свою очередь, позволит максимизировать прибыль для дальнейшего поддержания и расширения функционала данной разработки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Бэнкер К.* MongoDB в действии. – ДМК-Пресс, 2017. – С. 25-34.
2. *Перова М.В., Архипова К.С.* Перспектива интеграции ERP и BI-систем // Вопросы устойчивого развития общества. – 2020. – № 10. – С. 113-120.
3. *Постников В.М., Спиридонов С.Б., Чекулина М.Ю.* Выбор ERP-системы на основе комплексного критерия // Аспирант и соискатель. – 2020. – № 5 (119). – С. 70-78.
4. *Синамати А.А.* Аспекты интеграции CRM и ERP систем в ИТ инфраструктуре предприятия // Научный электронный журнал Меридиан. – 2020. – № 1 (35). – С. 45-47.

М.И. Щербаков, А.В. Волошин

СИНТЕЗ АСТАТИЧЕСКОГО ВЕКТОРНОГО РЕГУЛЯТОРА КОНЕЧНОСТИ ШАГАЮЩЕГО РОБОТА

Руководитель – д.т.н., доцент, директор Института компьютерных технологий и информационной безопасности ИТА ЮФУ Г.Е. Веселов

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Робототехнические комплексы ежедневно набирают популярность. Роботы востребованы во многих областях человеческой жизнедеятельности. Они находят свое применение на производстве и в быту. Основными достоинствами робототехнических систем является высокая точность выполнения работ, надежность, отсутствие усталости при выполнении монотонных работ, возможность функционирования в опасных для человека условиях и т. д.

Среди большого многообразия роботов выделяют класс мобильных роботов. Такие роботы примечательны тем, что они имеют возможность передвигаться. Такая особенность позволяет применять мобильных роботов для транспортировки грузов, перевозки пассажиров, разведывательных работ и других задач [2, 5].

На сегодняшний день особенно распространены колесные и гусеничные мобильные роботы. Это в первую очередь вызвано простотой управления такими роботами. Колесные мобильные роботы помимо простоты управления могут поддерживать высокую скорость движения. Однако высокая скорость таких роботов может быть достигнута лишь на искусственных поверхностях [2, 3, 5]. В условиях пересеченной местности применение колесных роботов будет либо малоэффективным, либо невозможным в силу низкой проходимости таких роботов. В это время проходимость гусеничных роботов в сравнении с колесными значительно выше. Однако даже при этом ее недостаточно, чтобы обеспечивать эффективное функционирование в условиях пересеченной местности [3, 5].

Шагающие роботы – вид мобильных роботов, которые осуществляют свое движение посредством перемещения опорных конструкций, схожих конструктивно и функционально с конечностями животных, в частности человека, собаки, кошки, таракана, паука и других.

Шагающие мобильные роботы в силу принципа своего движения могут обеспечивать проходимость достаточную для уверенного функционирования на поверхностях, имеющих сильные неровности [3–5]. Однако принцип движения шагающих роботов, обеспечивающий столь высокую проходимость, делает задачу управления подобными роботами крайне сложной. Для управления шагающим роботом необходимо учитывать множество переменных, описывающих динамику робота вместе со всеми его конечностями [3].

В данной работе приведен синтез регулятора конечности шестиногого шагающего робота, кинематическая схема которой приведена на рис. 1.

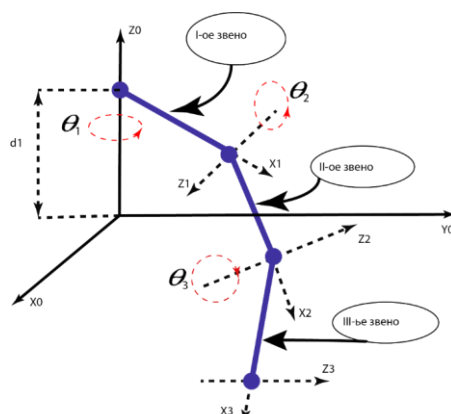


Рис. 4. Кинематическая схема конечности

Пусть решение обратной задачи кинематики для данной конечности будет иметь вид выражения (1) [2].

$$\begin{aligned} \theta_1 &= f(x_0, y_0) \\ \theta_2 &= f(x_0, y_0, z_0), \\ \theta_3 &= f(x_0, y_0, z_0) \end{aligned} \quad (1)$$

где $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ – присоединенные углы, $f()$ – некоторая функция от своих аргументов, устанавливающая связь между координатами конечной точки относительно базовой системы координат с соответственным углом в сочленении.

Тогда динамическую модель данной конечности можно получить, используя метод Лагранжа-Эйлера [4].

Динамическая модель конечности при использовании данного метода будет записана с использованием выражения Лагранжа-Эйлера (2).

$$\frac{d}{dt} \left[\frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i} \right] - \frac{\partial L}{\partial q_i} = \tau_i, \quad i = \overline{1, n}, \quad (2)$$

где L – функция Лагранжа, представляющая собой разность полной кинетической и полной потенциальной энергией,

q_i – i -ая обобщенная координата,

\dot{q}_i – первая производная по времени i -ой обобщенной координаты,

τ_i – сила или момент сил, приложенный к i -ому.

Для конечности, кинематическая схема которой показана на рис. 1, набор обобщенных координат будет совпадать с набором присоединенных углов.

Таким образом, опираясь на выражения (1) и (2), можно получить модель динамики системы (3) [4].

$$\boldsymbol{\tau}(t) = \mathbf{D}(q(t)) \cdot \ddot{\mathbf{q}}(t) + \mathbf{h}(q(t), \dot{\mathbf{q}}(t)) + \mathbf{c}(q(t)), \quad (3)$$

где $\tau(t)$ – вектор-столбец сил (моментов сил), действующих в сочленениях,

$D(q(t))$ – симметричная матрица размерностью $n \times n$,

$h(q(t), \dot{q}(t))$ – вектор-столбец центробежных и кориолисовых сил,

$c(q(t))$ – вектор-столбец гравитационных сил.

Также модель (3) можно записать в виде переменных пространства состояний (4).

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = x_2 \\ \dot{x}_2 = f_1(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, u_1, u_2, u_3) \\ \dot{x}_3 = x_4 \\ \dot{x}_4 = f_2(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, u_1, u_2, u_3) \\ \dot{x}_5 = x_6 \\ \dot{x}_6 = f_3(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, u_1, u_2, u_3) \end{cases} \quad (4)$$

где $f_1(\cdot), f_2(\cdot), f_3(\cdot)$ – некоторые функции от своих аргументов.

С учетом возмущающих воздействий, систему (4) можно расширить, записав в виде выражения (5) [1].

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = x_2 + z_1 \\ \dot{x}_2 = f_1(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, u_1, u_2, u_3) \\ \dot{x}_3 = x_4 + z_2 \\ \dot{x}_4 = f_2(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, u_1, u_2, u_3) \\ \dot{x}_5 = x_6 + z_3 \\ \dot{x}_6 = f_3(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, u_1, u_2, u_3) \\ \dot{z}_1 = k_1(x_1 - x_1^*) \\ \dot{z}_2 = k_2(x_3 - x_3^*) \\ \dot{z}_3 = k_3(x_5 - x_5^*) \end{cases}, \quad (5)$$

где z_1 – возмущение, действующее на первое звено,

z_2 – возмущение, действующее на второе звено,

z_3 – возмущение, действующее на третье звено,

k_1, k_2, k_3 – некоторые числовые коэффициенты.

Пусть будут введены инвариантные многообразия (6) и записаны основные функциональные уравнения (7).

$$\begin{cases} \psi_1 = x_1 + z_1 + \alpha_1(x_1 - x_1^*) + \beta_1 z_1 = 0 \\ \psi_2 = x_3 + z_2 + \alpha_2(x_3 - x_3^*) + \beta_2 z_2 = 0 \\ \psi_3 = x_5 + z_3 + \alpha_3(x_5 - x_5^*) + \beta_3 z_3 = 0 \end{cases} \quad (6)$$

$$\begin{cases} T_1 \dot{\psi}_1 + \psi_1 = 0 \\ T_2 \dot{\psi}_2 + \psi_2 = 0 \\ T_3 \dot{\psi}_3 + \psi_3 = 0 \end{cases} \quad (7)$$

Тогда в силу уравнений системы (5), декомпозированной на многообразиях (6), систему уравнений (7) можно разрешить относительно управляющих воздействий. Таким образом будет получен вектор управляющих воздействий (8) [1].

$$\mathbf{u} = \begin{pmatrix} u_1(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, z_1, z_2, z_3) \\ u_2(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, z_1, z_2, z_3) \\ u_3(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, z_1, z_2, z_3) \end{pmatrix}. \quad (8)$$

Пусть в модель объекта будут аддитивно входить возмущающие воздействия, тогда динамическая модель конечности примет вид (9).

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = x_2 + m_1(t) \\ \dot{x}_2 = f_1(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, u_1, u_2, u_3) \\ \dot{x}_3 = x_4 + m_2(t) \\ \dot{x}_4 = f_2(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, u_1, u_2, u_3) \\ \dot{x}_5 = x_6 + m_3(t) \\ \dot{x}_6 = f_3(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, u_1, u_2, u_3) \end{cases} \quad (9)$$

где $m_1(t), m_2(t), m_3(t)$ – возмущения действующие на выход системы.

Также пусть параметры и возмущающие воздействия будут такими, как приведено в табл. 4, начальные условия следующими: $x_i(0) = 0, i = 1..6, z_i(0) = 0, i = 1..3$, а требуемые значения управляемых переменных будут $x_1 = -1, x_3 = 2, x_5 = 1$, тогда графики переходных процессов по переменным состояния будут иметь вид, приведенный на рис. 2.

Таблица 1

Параметры моделирования

i	$m_i(t)$	m_i	L_i	T_i	α_i	β_i	k_i
1	0.3	1	0.1	0.01	1	0.01	0.2
2	-0.1	1	0.1	0.01	1	0.01	0.05
3	-0.2	1	0.1	0.01	1	0.01	0.15

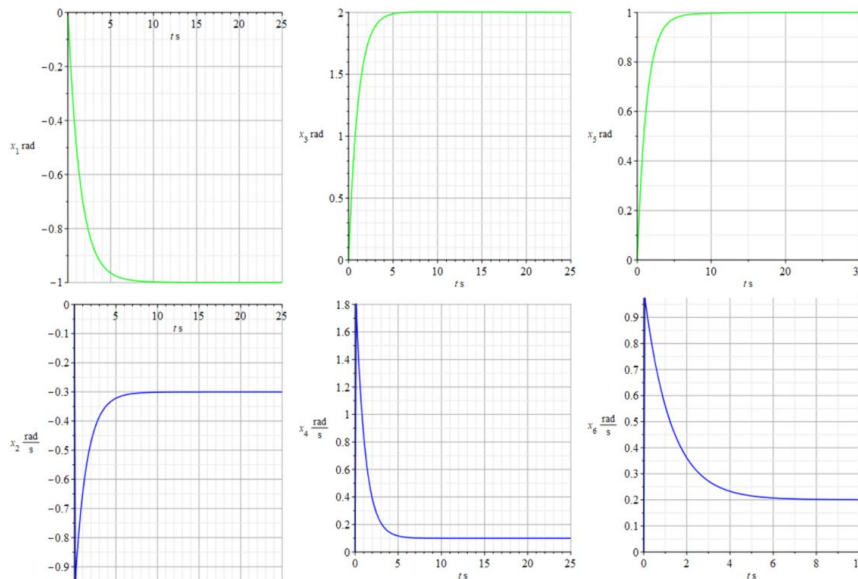


Рис. 5. Графики переходных процессов

Как видно из рис. 2, синтезированный астатический регулятор успешно выполняет регулирование и обеспечивает нулевую ошибку системы.

В данной работе приведен процесс получения модели динамики конечности шагающего робота, произведен синтез астатического векторного регулятора и произведено моделирование, подтверждающее корректность работы полученного регулятора.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Колесников А.А., Колесников Ал.А., Кузьменко А.А. Методы АКАР и АКОР в задачах синтеза нелинейных систем управления // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2016. – Т. 17, № 10. – С. 667-669.
2. Михайлов В.В., Соловьева Т.Н., Попов В.П. Моделирование кинематики шагающего робота // Информационно-управляющие системы. – 2015. – № 6. – С. 50-56.
3. Giuseppe C., Marco C. Mechanism design for legged locomotion systems // Academic Press. – 2020. – P. 1-31.
4. Roy S.S., Pratihar D.K. Dynamic modeling, stability and energy consumption analysis of a realistic six-legged walking robot // Robotics and Computer-Integrated Manufacturing. – 2013. – Vol. 29, Iss. 2. – P. 400-416.
5. Sorin O., Mircea N. Hexapod Robot. Mathematical Support for Modeling and Control // 15th International Conference on System Theory, Control and Computing. – 2011. – P. 1-6.

Секция 4. СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Интеллектуальные системы

Е.В. Звонова

ОБЗОР ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СФЕРЕ ОБРАЗОВАНИЯ

Руководитель – старший преподаватель кафедры системного анализа
и телекоммуникаций А.С. Грищенко

Южный федеральный университет, г. Таганрог

В двадцать первом веке технологии настолько вошли в нашу жизнь, что каждый день мы контактируем с разными видами инноваций. Одной из таких является искусственный интеллект, он же ИИ. Согласно статье [1], он быстро занимает такие отраслевые ниши как здравоохранение, транспорт, розничная торговля и финансы, однако есть одна ниша, в которой ИИ еще не успел проявить себя – в образовании. Несмотря на высокую скорость развития нейросетей, пик в этой нише не достигнут, хотя на данный момент времени количество вливаний в рынок EdTech в России превысил порядка 66 миллиардов рублей, если же говорить о мире, то тут цифра гораздо больше, около 74 миллиардов долларов, это хорошая возможность для начинающих стартаперов проявить себя и при этом помочь цифровизировать образование. С учетом нынешнего положения, в условиях пандемии и трудностей, связанных с долгой адаптацией учителей к переходу на дистанционный тип обучения, внедрение ИИ, сможет значительно улучшить качество образования. В этой статье мы рассмотрим возможные варианты внедрения искусственного интеллекта в нише образования, затем рассмотрим существующие платформы, в которых уже применяются данные принципы.

Варианты внедрения

Персонализация. Согласно статье [2], каждый человек индивидуален и эта индивидуальность также распространяется и на образование, сейчас к каждому ребенку нужен свой подход, конечно в условиях группового обучения достичь такого очень сложно. В среднем на одного учителя приходится порядка 30 детей, в институте же на одного преподавателя порядка двадцати молодых людей. В данной ситуации происходит нехватка педагогов, дети не дополучают знания, не успевают вовремя усвоить информацию, родителям приходится нанимать репетиторов уже с первого класса.

Именно для такого случая рассматривается создание персонализированного учебного кабинета, где, соблюдая все стандарты и все возможные учебные планы, при помощи нейронных сетей будет подбираться учебная программа под каждого ребенка индивидуально, с учетом его умственных и психологических возможностей.

Персональный наставник. На данный момент при возникновении вопросов по пройденной теме нам приходится обращаться к кураторам или репетиторам, которые не всегда свободны, объясняют довольно сложно, либо вообще затрудня-

ются в ответе. Но эту проблему можно решить за счет создания персонального наставника, наделенного нейронной сетью. Также, как и в первом варианте, наставник будет индивидуально проводить консультации, в соответствии с личностью, с которой он говорит, предлагать варианты решения, а также, задать вопрос ему можно будет в любое время.

Пример: Наставник, описанный в статье, сможет дать совет не только в определенной изучаемой области, а также посмотреть на проблему с разных ракурсов, подобрав оптимальный вариант решения.

Автоматизация учебного процесса. Если посмотреть на нагрузку преподавателей в наше время, то помимо обучения учеников на их плечи ложатся обязанности работы с документами, проведения внеурочных кружков, дополнительных занятий и, самое главное, проверки контрольных и классных работ. Все это отнимает слишком много времени и порой отвлекает учителей от основной цели, донести информацию до учеников максимально понятно в легкой форме, а также понять, в какой теме у ребят возникает провал, какую тему требуется повторить.

Здесь на помощь приходит тестирование на базе ИИ. Так, Искусственный Интеллект проверяет пройденные учениками тесты, анализирует их ответы и передает информацию учителю, что требуется повторить, в какую тему стоит углубиться для ее понимания, а также сможет предложить ученику литературу, чтобы устранить пробелы в знаниях. Такая автоматизация проведения контрольных работ, значительно снизит нагрузку на учителей и поможет ребятам глубже изучить предмет.

Искусственный интеллект в роли эксперта-оценщика. Часто во время каких-либо дискуссий или выступлений у молодых людей случается ступор, зажатость, боязнь неудачи и сомнение в своих знаниях. При этом репетиция своего выступления или высказывание своего мнения дается очень тяжело даже перед родственниками. Именно для таких ребят рассматривается возможность создания эксперта-оценщика на базе ИИ, который выслушает идеи ученика без каких-либо осуждений, рассмотрит с ними различные вариации решения той или иной проблемы, а также поможет ему усовершенствовать свою идею. И все это без давления, осуждения, в легкой и игровой форме. Такое решение поможет ребятам подготовиться к выступлениям, чтобы не ударить в грязь лицом, а также научит выражать свои идеи без замкнутости и стеснения. Данный вариант очень актуален, так как, лучшей методикой обучения является метод проб и ошибок, по которому как раз и учится сам Искусственный Интеллект.

Существующие образовательные процессы на базе искусственного интеллекта

Рассмотренные ранее способы внедрения ИИ в образовательный процесс являются только предполагаемыми, а теперь давайте рассмотрим реальные примеры, которые уже сейчас делают процесс обучения более интересным, продуктивным и комфортным.

Parla

На первый взгляд Parla [3] – это очередное мобильное приложение для изучения английского языка. Но это не совсем так – в основе проекта лежит программа, которая адаптируется под ученика и обучается вместе с ним. Во время регистрации Parla анализирует аккаунт пользователя в социальной сети и на основе его интересов составляет индивидуальный план обучения. Виртуальный учитель предлагает выбрать уровень сложности, а затем следит за выполнением тестов и заданий, анализирует ошибки. Если ученик не справляется, предлагает повторить материал. Решает без ошибок – пропускает дальше. Эмоции боту тоже не чужды: Parla ругает за пропуски занятий и хвалит за успехи в учебе – почти как живой учитель.

Skyeng

Онлайн-школа по изучению английского языка [4]. Приложение может анализировать голос и произношение определенных слов во время их изучения. Приложение анализирует, в каких словах или фразах учащийся совершает ошибки, и предлагает их для повторения на следующем занятии. Более того, недавно Skyeng разработала новую функцию, которая анализирует выражение лиц учителя и ученика, делает снимки их улыбок во время урока и демонстрирует их в конце, это отличный способ завершить урок на высокой ноте. Также платформа анализирует ТТТ (Teacher talking time) и СТТ (Student talking time) и помогает учителю правильно контролировать время(пропорции), что позволят говорить ученику как можно больше.

My buddy.ai

В приложении MyBuddy [5] пользователь разговаривает с виртуальным репетитором – мультипликационным роботом Бадди. Вместе они тренируют простые диалоги из повседневной жизни, учат слова и работают над произношением. Дети учатся через различные голосовые игры и даже смотрят вместе с Бадди мультфильмы на английском. Бадди — одновременно и мультипликационный персонаж, и друг, и учитель, с которым разговаривает ребенок. Программа позволяет выучить слова, которые лежат в основе школьной программы и помогают чувствовать себя комфортно при поездках за границу. А учебный план подготовлен профессиональными преподавателями английского языка. Buddy учитывает, с какой скоростью двигается ребёнок, и в зависимости от этого адаптирует задания.

Century Tech

Приложение [6] использует обучающие методики и решения, нейрофизиологии и обработку данных для персонализации процесса обучения в школах и университетах. Цель приложения – заменить стандартную модель, когда преподаватели пытаются донести знания до учащихся разного уровня, но часто терпят неудачу, на принципиально новую, в которой искусственный интеллект помогает адаптировать уроки индивидуально под каждого ученика. Это подразумевает выявление тех областей знаний, с которыми он знаком или незнаком, где он чувствует себя уверенно или не очень, и оценку того, насколько ему нравится те или иные занятия. По сути, машина непрерывно анализирует прогресс каждого учащегося, выявляя тенденции потребления знаний и адаптируя уроки в соответствии с ними.

Главной целью применения искусственного интеллекта в сфере образования согласно статье [7] является не полная замена классического обучения, а совершенствование учебного процесса, его автоматизация и персонализация, как для учеников, так и для преподавателей. В данной статье мы рассмотрели все предполагаемые варианты развития внедрения искусственного интеллекта в сферу образования, а также убедились на примерах, что, хотя эта ниша не изучена должным образом, с каждым днем все больше ИИ внедряется на рынок и становится частью основного образования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Chong Guan, Jian Mou, Zhiying Jiang*. Artificial intelligence innovation in education: A twenty-year data-driven historical analysis // International Journal of Innovation Studies. – 2020. – P. 134-147.
2. The Future of Artificial Intelligence in the Education System: Everything One Should Know // Habr. – URL: <https://habr.com/ru/post/478736/>.
3. Parla X learn languages faster and faster. – URL: <https://getparla.com/>.
4. Skyeng. – URL: <https://btfr.cc/ei6>.
5. My Buddy.ai. – URL: <https://buddy.ai/ru>.
6. Century Tech. – URL: <https://www.century.tech/>.
7. Искусственный интеллект в образовании: примеряем на Россию // Медиа Нетология. – URL: <https://netology.ru/blog/06-2019-iskusstvennyy-intellekt-v-obrazovanii>.

Ф.С. Булыга

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ МЕТОДА ВИОЛЫ-ДЖОНСА

Руководитель – к.т.н., доцент кафедры систем автоматизированного проектирования Д.Ю. Запорожец

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Введение. Разработка алгоритмов интеллектуального анализа данных является одним из наиболее быстро развивающихся направлений, однако, несмотря на темпы своего развития, задачи, связанные с распознаванием образов, все чаще требуют более эффективных решений.

Принцип распознавания образов строится на выявлении характерных признаков объектов, основываясь на которых производится распределение по классам. Результатом распознавания является отношение равенства между объектами распознавания и объектами взятых из базы данных.

Распознавание лиц выступает частным случаем направления распознавания образов, однако спектр применения данной технологии достаточно широк. Технология распознавания лиц применяется в системах безопасности, робототехнике, системах видеонаблюдения и т.п.

Актуальность исследования данного направления обусловлена тем, что распознавание лиц зачастую может выступать начальным этапом в решении задач более высокого класса. Так применение данной технологии в общественных местах поможет формировать статистические данные о количестве посетителей, а также осуществлять помощь в поимке лиц, находящихся в розыске; в системах ограниченного доступа позволит однозначно идентифицировать пользователя и т. д.

Методы, применяемые для решения таких задач, должны обеспечивать необходимый уровень точности и приемлемую скорость работы. Одним из таких алгоритмов можно считать метод Виолы-Джонса. Данный метод показывает хорошие результаты по низкому количеству ложных срабатываний, а также высокому уровню точности при детектировании лица на изображении.

Комбинируемые алгоритмы

Метод Виолы-Джонса. Метод Виолы-Джонса считается одним из наиболее эффективных и высокоточных алгоритмов для детектирования лица на изображении, с наименьшей вероятностью ложного срабатывания. Разработали данный метод в 2001 году Пол Виола и Майкл Джонсон [2]. Принцип работы данного метода заключается в применении интегрального представления изображения, а также в построении классификатора при помощи алгоритма бустинга – AdaBoost. Данный бустинг алгоритм представляет слабые классификаторы в виде каскадной структуры, тем самым перекрывая каждым последующим классификатором недостатки предыдущих. Это позволяет сосредоточить вычисления на более информативных областях изображения, отбрасывая фоновые элементы.

Алгоритм CAMShift. Данный алгоритм был представлен Гарри Бродски в 1998 году, он комбинирует в себе несколько алгоритмов: Mean Shift – метод мониторинга объектов основываясь на схеме вероятности цветовой гаммы человеческой кожи и регулируемом параметром коррекции площади области мониторинга; Histogram Backprojection – вычисляет вероятностное значение цвета кожи пикселей исследуемого изображения, основываясь на цветах, представленных в форме цветового тона модели HSV.

К достоинствам данного метода можно отнести: низкие требования к вычислительным мощностям, высокую эффективность работы, гибкая настройка и возможность применения при различных уровнях освещенности.

Вейвлет-преобразования. Вейвлет-преобразования показывают высокую эффективность при решении задач, связанных с анализом и обработкой изображений. Коэффициенты вейвлет-преобразования хранят в себе данные относительно анализируемого процесса и о применяемого вейвлета. Выбор вейвлета обусловлен той информацией, которую необходимо получить из процесса.

Для комбинации методов в данном случае используются вейвлет-преобразования Хаара. Выбор данного вейвлета обусловлен относительной простотой его применения, а также способностью полно описать объект. Пример работы вейвлет-преобразования Хаара представлен на рис. 1.



Рис. 1. Вейвлет-преобразование Хаара

Линейный дискриминантный анализ. Линейный дискриминантный анализ (ЛДА) – метод машинного обучения, используемый для поиска линейных вариаций признаков, которые наиболее эффективным способом разделяют группы классов объектов. Такая комбинация признаков может применяться как линейный классификатор или использоваться для уменьшения размерности признакового пространства с целью дальнейшей классификации.

Суть метода – выполнить поиск такого пространства, чтобы кластеры лиц на изображении оказались наиболее тесно представленными, а расстояние между кластерами было максимальным [3].

Принцип работы модификации метода. Детектирование лиц на изображении будет проходить в две стадии:

1. Изначально происходит поиск лиц на изображении методом Виолы-Джонса, далее осуществляется проверка исследуемой области изображения на наличие в ней участков человеческой кожи (для минимизации ложных откликов), после выполнения проверки, к данной области применяются вейвлет-преобразования для сбора признаков лица, с последующим сохранением в базе данных.

2. На второй стадии происходят действия аналогичные первой стадии, за исключением сохранения в базе данных. Далее применяется метод линейного дискриминантного анализа для уменьшения количества признаков и их сравнение с имеющимися признаками из базы данных.

Комбинирование метода CamShift совместно с методов Виолы-Джонса будет представлено в виде каскадной структуры. Преобразование в данную структуру позволит повысить эффективность и скорость обнаружения. Пример каскадной структуры представлен на рис. 2.

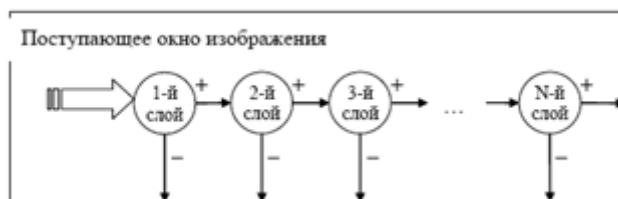


Рис. 2. Обобщенная каскадная структура метода

Результаты исследования. Для выполнения задачи по увеличению эффективности работы метода Виолы-Джонса было реализовано два алгоритма: один – стандартная реализация метода Виолы-Джонса; второй – комбинация методов ЛДА, Виолы-Джонса и CamShift.

Одним из наиболее важных недостатков присущих методу Виолы-Джонса, является резкое падение эффективности алгоритма, при угле отклонения головы от линии анфаса более чем на 30°, эффективность детектирования существенно снижается. Результаты исследования представлены на рис. 3.

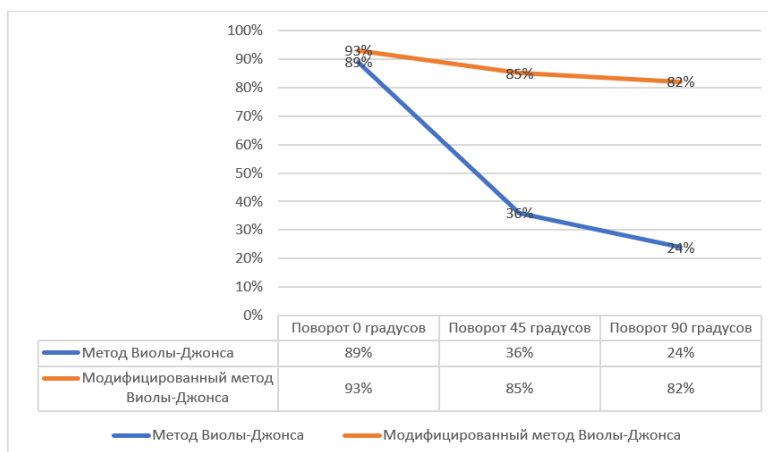


Рис. 3. Результаты исследований

Было проведено 50 экспериментов с обычным и модифицированным методом в каждой группе, по результатам этих экспериментов были получены данные, представленные в процентном соотношении положительных и ложных срабатываний.

Беря во внимание результаты данного исследования, можно сделать вывод об эффективности работы модифицированного метода в условиях вариативности угла поворота головы на изображениях или видеопотоке.

Заключение. Предложенная комбинация алгоритмов показала более высокую эффективность относительно стандартной реализации метода Виолы-Джонса. Был устранен один из наиболее весомых недостатков данного метода, а именно потеря результативности при различных вариациях наклона головы, что в свою очередь, позволяет повысить точность детектирования лиц в видеопотоке.

Проведено исследование эффективности работы алгоритма на самостоятельно сформированной выборке лиц, а также на базе изображений ORL. Экспериментальным путем доказано преимущество предложенной модификации над стандартной реализацией алгоритма.

В дальнейших исследованиях планируется рассмотрение проблемы влияния уровня освещенности на работу алгоритма, а также поиск способов для ее устранения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Исаев А.Л., Исаев А.Л., Газаров Д.А., Евсеев С.Д.* Распознавание лиц по изображениям // Символ науки. – 2017. – № 4. – С. 70-76.
2. *Кузнецов Д.А., Дамм В.А., Кузнецов А.В., Трегубов Р.Б.* Сравнительный анализ популярных методов распознавания лиц на изображении // Научный результат. Информационные науки. – 2019. – № 4. – С. 3-9.
3. Линейно дискриминантный анализ. – Режим доступа: <http://machinelearning.ru/wiki/index.php?title=ЛДА> (дата обращения: 13.03.2021).
4. *Yi-Qing, W.* An Analysis of the Viola-Jones Face Detection Algorithm // Image Processing On Line. – 2014. – No. 4. – P. 128-148.

Э.В. Кулиев, М.М. Семенова, С.В. Игнатъева, В.А. Семенов

БИОИНСПИРИРОВАННЫЙ АЛГОРИТМ СОЗДАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ*

Южный федеральный университет, г. Таганрог

В статье приведена постановка задачи принятия решений. Приведены и описаны основные проблемы, с которыми приходится сталкиваться в процессе принятия решений. Приведено понятие биоинспирированных алгоритмов. Описан их вклад в решение задач поиска решений. Описаны несколько биоинспирированных алгоритмов: алгоритм стаи летучих мышей, а также алгоритм стаи серых волков. Описано как важна и полезна бывает гибридизация биоинспирированных алгоритмов. Проведено экспериментальное исследование программного продукта, основанного на гибридизации биоинспирированных алгоритмов.

Принятие решений, решение задач, биоинспирированные алгоритмы, алгоритм стаи летучих мышей, алгоритм стаи серых волков, гибридизация.

Введение. Решение проблем и принятие решений являются важными навыками для жизни. Решение проблем часто включает в себя принятие решений, оно особенно важно для руководителей проектов. Существуют процессы и методы для улучшения процесса принятия решений и качества решений. Процедура принятия решения (или алгоритм принятия решения) для задачи решения – это эффективная процедура, которая определяет ответ решения задачи для каждого значения параметров в решении задачи. Решение проблемы называется разрешимым, если существует процедура принятия решения; в противном случае это называется неразрешимым.

Проблема нахождения алгоритма, который решает проблему решения, иногда также называется проблемой распознавания или проблемой разрешимости. Этот последний несколько неудачный термин исторически впервые появился в связи с проблемой выбора правильной формулы из исчисления предикатов.

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №19-01-00648 и №19-07-00099.

Постановка задачи принятия решений. В общем виде постановка задачи принятия решения включает в себя следующую пару элементов: (Ω, P) , где Ω – множество вариантов, P – принцип оптимальности.

Решением задачи (Ω, P) , является множество $\Omega_p < \Omega$, полученное с помощью принципа оптимальности P . Отсутствие хотя бы одного из элементов лишает смысла задачи в целом. Если нет Ω не из чего выделять Ω_p . Если нет P , то найти Ω_p невозможно. Математическим выражением принципа оптимальности P служит функция выбора C_p . Она сопоставляет любому подмножеству $X \leq \Omega$ его часть $C_p(X)$. Решением Ω_p исходной задачи и является множество $C_p(X)$.

Задачи принятия решений различаются в зависимости от имеющейся информации о множестве Ω и принципе оптимальности P . В общей задаче принятия решений как Ω так и P могут быть неизвестными.

Информацию, необходимую для выделения Ω_p получают в процессе решения. Задачу с известными Ω называют задачей выбора, а задачу с известными Ω из P – общей задачей оптимизации.

Таким образом, задача выбора и задача оптимизации являются частным случаем общей задачи принятия решений.

Вместе с тем, даже пройдя все этапы процесса решения проблемы, не всегда оказывается возможным сделать окончательный выбор. Встречаются ситуации, когда не удается найти лучшее решение. Нужного варианта может просто не быть в наличии. Тогда можно либо изменить формулировку исходной проблемы, либо возвратиться на предыдущие этапы и собрать необходимую дополнительную информацию, внести изменения в формальную постановку задачи или модель проблемной ситуации, расширить или сузить число рассматриваемых альтернатив, сконструировать новые варианты.

Если приемлемый вариант найден, наступает стадия исполнения решения, на которой происходит реализация принятого решения, осуществляется контроль над процессом реализации и оценивается результат разрешения проблемной ситуации. Строго говоря, эта стадия не относится к процедуре принятия решения. Однако включение исполнения решения в общую схему важно с методологической и практической точек зрения, так как эта стадия замыкает жизненный цикл процесса возникновения, разрешения и исчезновения проблемной ситуации. А кроме того, реализация принятого решения может породить новую проблему, требующую поиска своего решения.

Проблема принятия решений. Проблема принятия решения возникает в тех случаях, когда проблема (задача) настолько усложняется, что для её формулирования (постановки) не может быть сразу применен, подходящий аппарат формализации, когда процесс постановки задачи требует участия специалистов различных областей знаний [1].

Для решения данного вида задач свое применение нашли биоинспирированные алгоритмы [2].

Биоинспирированные алгоритмы представляют область исследований, в которой используются вычислительные схемы, извлеченные из природных явлений или биосистем. Такие схемы предоставляют достаточную информацию для проектирования высокопроизводительных вычислений, подходы и интеллектуальные парадигмы, способные решать сложные задачи.

Биоинспирированные и метаэвристические алгоритмы показали умение решать большое множество оптимизационных задач [1, 2]. Таким образом, математически-эвристические алгоритмы, такие как Оптимизация роя частиц (PSO) [3], Дифференциальная эволюция (DE) [2], Алгоритм летучих мышей (BA) [1], привлекли большой исследовательский интерес к работе с приложениями оптимизации.

Биоинспирированные алгоритмы становятся новой революцией в области решений оптимизационных задач [3]. В последние годы биоинспирированные алгоритмы оптимизации признаны в машинном обучении для решения оптимальных решений сложных проблем в науке и технике. Однако эти проблемы обычно являются нелинейными и ограничиваются множеством нелинейных ограничений, которые предлагают много проблем, таких как требования времени и высокая размерность, чтобы найти оптимальное решение [4].

На сегодняшний день не существует идеального алгоритма, который мог бы решить оптимизационную задачу, учитывая весь набор решений, и выбирая из этого набора идеальный. В связи с этим стал применяться такой прием, как гибридизация биоинспирированных алгоритмов [6, 7]. Возникает вопрос о возможности применения комбинированных биоинспирированных алгоритмов.

Рассмотрим два биоинспирированных алгоритма, которые возьмем для применения к ним процесса гибридизации, и на основе экспериментальных исследований посмотрим преимущество данного процесса.

Алгоритм стаи летучих мышей. Алгоритм летучих мышей (ВА) – это интеллектуальный алгоритм бионической оптимизации, имитирующий поведение фуражиров и принцип эхолокации летучих мышей. Инициализация параметров обсуждаемого бинарного алгоритма летучих мышей (ВВА) имеет важное влияние на скорость сходимости, точность сходимости и хорошие возможности глобального поиска ВВА. Скорость сходимости и точность поиска алгоритма определяются импульсом громкости и частотой пульса. Результаты моделирования показывают, что скорость сходимости ВА относительно чувствительна к настройке параметров алгоритма. Точность сходимости снижается при увеличении частоты только одного передаваемого импульса летучей мыши, а скорость сходимости увеличивает только громкость запуска. Правильная комбинация параметров ВА (частота передаваемого импульса летучей мыши и громкость запуска) может гибко улучшить скорость сходимости алгоритма и повысить точность поиска решений.

Стандартный алгоритм летучей мыши работает очень хорошо, но в нем нет строгого математического анализа, чтобы связать параметры со скоростью сходимости. В принципе, поведение сходимости должно контролироваться параметрами алгоритма.

В алгоритме летучих мышей обязательными являются следующие правила:

- ◆ Летучие мыши используют эхолокацию, чтобы определять расстояние, находить добычу, препятствия.

- ◆ Летучие мыши передвигаются случайным образом с некоторой скоростью v_i , в позиции S_i , с фиксированной частотой $[f_{max}, f_{min}]$. Регулируемыми параметрами являются: длина испускаемой волны λ , частота импульса $r [0; 1]$ и громкость a .

- ◆ Громкость меняется от максимального a_{max} к минимальному (постоянному) a_{min} .

Работу алгоритма можно разделить на следующие этапы:

Этап 1. Инициализировать популяцию летучих мышей в позиции $S_i (i = 1, 2, \dots, n)$ и скорость v_i .

Этап 2. Инициализировать частоту f_i в позиции S_i

Этап 3. Определить начальную частоту импульса r_i и громкость a_i .

Этап 4. Измерить расстояние между начальным и конечным значениями:

$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$, где x_1, y_1 – координаты точки старта, x_2, y_2 – координаты точки финиша.

Этап 5. Вычислить частоту для новых решений через следующую формулу:

$f_i = f_{min} + (f_{max} - f_{min}) * U(0,1)$, где U – случайное число.

Этап 6. Обновить скорость и глобальное лучшее решение.

Этап 7. Вычислить локальное лучшее решение для каждой из летучих мышей.

На этапе инициализации популяции летучих мышей начальные значения их громкости (a), частоты (f) и частоты импульса (r) представляется в виде значений на промежутках: $[a_{min}, a_{max}]$, $[f_{max}, f_{min}]$, $[r_{min}, r_{max}]$. Новое решение находится случайным полетом летучих мышей в границах предыдущего лучшего решения. После нахождения препятствия уменьшается громкость и увеличивается частота ультразвукового импульса.

Алгоритм серых волков. Оптимизация стаи серых волков (GWO) – это алгоритм интеллектуальной оптимизации с использованием эвристического роя. Волки обычно ведут социальную жизнь, и внутри волков существует жесткая социальная иерархия. Чтобы имитировать внутреннюю иерархию лидерства волков, волки делятся на четыре типа волков: альфа, бета, дельта и омега, где лучший индивидум, второй лучший индивидум и третий лучший индивид записываются как альфа, бета и дельта, и остальные особи считаются омега. В GWO охота (оптимизация) распределяется между альфой, бетой и дельтой. Они ведут других волков (W) в поисках лучшего места для охоты. В процессе итеративного поиска возможное положение добычи оценивается тремя волками: альфа, бета и дельта. В процессе оптимизации местоположения волков обновляются на основе уравнений (1) и (2).

$$\vec{D} = |\vec{C} \cdot \vec{X}_p(t) - \vec{X}(t)| \quad (1)$$

$$\vec{X}(t + 1) = \vec{X}_p(t) - \vec{A} \cdot \vec{D}, \quad (2)$$

где t представляет t -ю итерацию, \vec{A} и $\vec{C} \rightarrow$ – вектор коэффициентов, \vec{X}_p – вектор положения добычи, \vec{X} представляет положение волка. Вектор \vec{A} и \vec{C} можно выразить как:

$$\vec{A} = 2a \cdot \vec{r}_1 - \vec{a} \quad (3)$$

$$\vec{C} = 2 \cdot \vec{r}_2, \quad (4)$$

где коэффициент \vec{a} линейно уменьшается от 2 до 0 с увеличением номера итерации, \vec{r}_1 и \vec{r}_2 – случайный вектор, расположенный в области действия $[0, 1]$.

Принцип правил обновления положения, описанных в уравнениях (1) и (2), показан на рис. 1. Из рисунка видно, что волк в положении (X, Y) может перемещать свое положение вокруг добычи в соответствии с выше обновление формул. Хотя на рисунке 1 показаны только 7 положений, в которые волк может двигаться, путем настройки случайных параметров C и A он может заставить волка переместиться в любое положение в непрерывном пространстве рядом с добычей. В GWO всегда предполагается, что положение альфа, бета и дельта, вероятно, будет положением добычи (оптимальным).

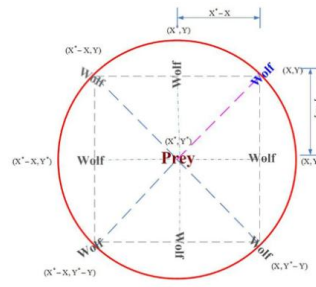


Рис. 1. Векторы положения и возможные следующие местоположения волков по алгоритму

Рассмотрим применение гибридизации этих двух алгоритмов. В гибридных алгоритмах, объединяющих различные, либо однотипные алгоритмы, но с различными значениями параметров, преимущества одного алгоритма могут компенсировать недостатки другого.

Экспериментальные исследования. В качестве исследований был разработан программный продукт, основывающийся на принципах биоинспирированных алгоритмов, а также на их гибридизации. В качестве сравнения был взят алгоритм принятия решений, основанный на принципе организации систем поддержки принятия стратегических решений на основе онтологии задач, моделей и методов стратегического управления.

При исследовании было проведено 120 итераций. Количество элементов – 50. На рис. 2 показан график значений целевой функции трех алгоритмов (алгоритм волчьей стаи, гибридный алгоритм и алгоритм на основе онтологии задач и методов стратегического управления).

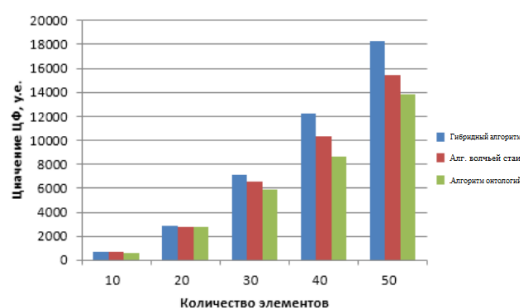


Рис. 2. Значения целевой функции при проведении экспериментальных исследований

Как видно из графика, при малом количестве элементов значения целевой функции находятся примерно на одном уровне, однако при увеличении количества элементов, гибридный алгоритм выигрывает. Что касается временных показателей, гибридный алгоритм немного уступает обоим алгоритмам (алгоритм онтологий и волчьей стаи).

Таким образом, результаты исследований позволяют сделать вывод о том, что предложенный гибридный алгоритм поиска решений эффективнее классического подхода и одиночного биоинспирированного алгоритма.

Заключение. В работе приведены и описаны основные проблемы, с которыми приходится сталкиваться в процессе принятия решений. Описаны несколько биоинспирированных алгоритмов: алгоритм стаи летучих мышей, а также алгоритм стаи серых волков. Проведено экспериментальное исследование программного продукта, основанного на гибридизации биоинспирированных алгоритмов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Аверина Т.А.* Численные методы. Верификация алгоритмов решения систем со случайной структурой: учеб. пособие для вузов. – М.: Изд-во Юрайт, 2019. – 179 с.
2. *Кулиев Э.В., Лежебоков А.А.* Исследование характеристик гибридного алгоритма размещения // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2013. – № 3 (140). – С. 255-261.
3. *Семакин И.Г., Шестаков А.П.* Основы алгоритмизации и программирования. Практикум: учеб. пос. для студ. учреждений сред. проф. образования. – М.: ИЦ Академия, 2013. – 144 с.
4. *Кулиев Э.В., Лежебоков А.А., Дуккардт А.Н.* Подход к исследованию окрестностей в роевых алгоритмах для решения оптимизационных задач // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2014. – № 7 (156). – С. 15-25.

5. Курейчик В.В., Курейчик В.М., Гладков Л.А., Сороколетов П.В. Биоинспирированные методы в оптимизации. – М.: Физматлит, 2009. – 384 с.
6. Курейчик В.В., Заруба Д.В., Запорожец Д.Ю. Биоинспирированный алгоритм компоновки блоков ЭВА на основе модифицированной раскраски графа // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2015. – № 4 (165). – С. 6-14.
7. Кулиев Э.В. Задача размещения элементов ЭВА с использованием генетического алгоритма и алгоритма пчелиной колонии // Тр. конгресса по интеллектуальным системам и информационным технологиям «IS-IT'12». Научное издание в 4-х т. Т. 3. – М.: Физматлит, 2012. – С. 99-104.

М.М. Шабатуков

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА СТОХАСТИЧЕСКОГО ГРАДИЕНТНОГО
СПУСКА ДЛЯ КОРРЕКТИРОВКИ ВЕСОВ НЕЙРОННОЙ СЕТИ
ПРИ КЛАССИФИКАЦИИ**

Руководитель – к.т.н., доцент кафедры систем автоматизированного проектирования Э.В. Кулиев

Южный федеральный университет, г. Таганрог

В этой статье рассмотрены основные алгоритмы классификации на основе нейронных сетей. Дается сравнение данных алгоритмов по различным критериям. Описана последовательность действий при подготовке тренировочных и тестовых данных перед их загрузкой в нейросеть. Автор стремится из огромного многообразия алгоритмов найти наиболее подходящий для классификации людей по различным аспектам.

Нейронная сеть, алгоритмы классификации, нейрон, перцептрон, тензор, вероятность, вес, выход перцептрона, метод обратного распространения ошибок, стохастический градиентный спуск.

Введение. Нейронные сети за последние 20 лет очень сильно развились и стали своеобразным трендом. Появились новые методы, алгоритмы и классы задач, решаемые с помощью нейросетей. В настоящее время с помощью нейросетей решают огромное количество задач. Появляются умные автомобили, роботы по доставке еды, голосовые ассистенты, роботизированные колл-центры, чат боты и многое другое. Исходя из вышесказанного, трудно сомневаться в актуальности и востребованности данного направления в современном мире. Идея данной статьи рассказать, как, применяя нейросети можно автоматизировать работу по классификации сотрудников входящих и выходящих из здания [3].

Примеры прикладных задач классификацией

Медицина. Объектом является пациент. В качестве признаков могут выступать такие параметры как вес, рост, пол, УЗИ, ЭКГ, анализ крови, наличие хронических заболеваний, показатель температуры тела, и.т.д. Надо сделать оговорку на то, что при диагностике различных заболеваний учитываются разные признаки. Например, при выявлении ОРВИ необходимы: показатель температуры тела, наличие насморка, наличие хрипов в легких. А при выявлении воспаления легких дополнительно необходимо сделать КТ легких. В медицине при помощи классификации решают следующие задачи:

- ◆ определять заболевания;
- ◆ определять склонность к наследственным болезням;
- ◆ предлагать лечение.

Предсказание месторождений полезных ископаемых. Объектом выступает почва. Основной задачей является определение наличия полезных ископаемых. Делать это можно двумя способами. По анализу почвы или по географии. Так, например при анализе почвы признаками является биологический и химический состав почвы, а при анализе географии является история данного место и его расположение. Так, например если данное место находится близко к соленному морю или на месте, где раньше было море, то такая почва будет богата солями и минералами.

Оценивание кредитоспособности заёмщиков. Данная задача очень полезна, для различных банков. Объектом выступает сам клиент. Оценивается вероятность отдачи им долга на основе показателей его заработной платы, возраста, пола, кредитной истории. Так если человек имеет хорошую кредитную историю и имеет возраст 59 лет, то ему следует отказать в кредите с ежемесячной суммой оплаты более 5000р из-за его выхода на пенсию [1].

Профайлинг. Профайлинг – это совокупность психологических методов для определения поведенческих характеристик человека на основе его внешности, невербального и невербального поведения [4].

Данная задача актуальна в местах массового скопления людей: аэропортах, массовых мероприятиях и полезна органам правопорядка для определения и устранения лиц, имеющих опасность и возможность массового терроризма.

Предсказание оттока клиентов и многое другое

Что такое нейрон. Нейрон – это вычислительная единица, которая получает информацию, производит над ней простые вычисления и передает ее дальше [5].

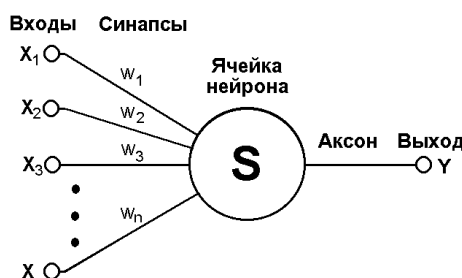


Рис. 1. Пример нейрона

Как показано на рис. 1, каждый нейрон состоит из 3 частей: входа (x), веса (w) и функции активации (S), которая на практике представляет собой сумматор. Формула 1, является формулой сумматора.

$$S = \sum_1^n x_n * w_n \quad (1)$$

Слоем называется структурированное положение нескольких нейронов. Слои бывают трех типов: входной, который получает информацию, n скрытых слоев, которые ее обрабатывают и выходной, который выводит результат. Вместе они образуют нейросеть (рис. 2).

На рис. 2 изображен трехслойный перцептрон. Синим цветом изображены входные нейроны, розовым цветом скрытые, зеленым – выходные нейроны.

Перцептрон, или персептрон – математическая или компьютерная модель восприятия информации мозгом.

Метод стохастического градиентного спуска. Стохастический градиентный спуск относится к оптимизационным алгоритмам и часто используется для настройки параметров модели машинного обучения.

Для корректировки параметров модели используется градиент (величина на которую необходимо изменить веса). Градиент обычно считается как сумма градиентов, вызванных каждым элементом обучения. Вектор параметров изменяется в направлении антиградиента с заданным шагом. Поэтому стандартному градиентному спуску требуется один проход по обучающим данным до того, как он сможет менять параметры.

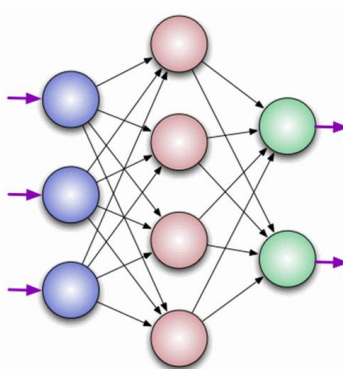


Рис. 2. Многослойный перцептрон

При стохастическом (или «оперативном») градиентном спуске значение градиента аппроксимируются градиентом функции стоимости, вычисленном только на одном элементе обучения. Затем параметры изменяются пропорционально приближенному градиенту. Таким образом параметры модели изменяются после каждого объекта обучения. Для больших массивов данных стохастический градиентный спуск может дать значительное преимущество в скорости по сравнению со стандартным градиентным спуском.

Стохастический градиентный спуск является одной из форм стохастического приближения. Теория стохастических приближений даёт условия сходимости метода стохастического градиентного спуска.

Одними из самых популярных алгоритмов стохастического градиентного спуска являются адаптивный фильтр алгоритм обратного распространения ошибки [2].

Метод обратного распространения ошибки (BackProp)

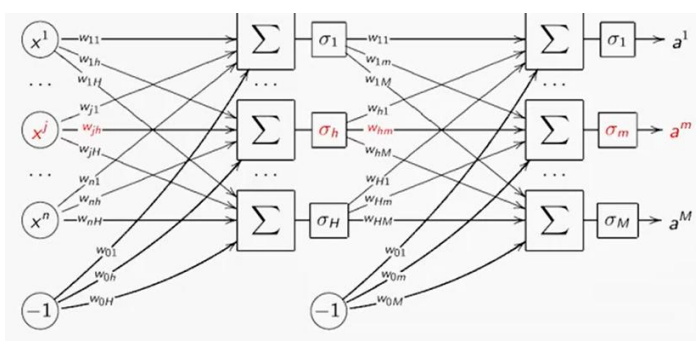


Рис. 3. Пример многослойной нейросети

Алгоритм

1. Инициализируем веса w_{jh} и w_{hm}
2. Выбрать объект x_i из X^L случайным образом

3. Прямой ход:

$$u_i^h = \sigma_h(\sum_{j=0}^J w_{jh} x_i^j) \quad (2)$$

$$h = 1..H$$

$$a_i^m = \sigma_h(\sum_{j=0}^J w_{hm} u_i^h) \quad (3)$$

$$\mathcal{L}_i = \sum_{m=1}^M (\epsilon_i^m)^2 \quad (4)$$

4. Обратный ход:

$$\epsilon_i^h = \sum_{m=1}^M \epsilon_i^m \sigma_m' w_{hm} \quad (5)$$

$$h = 1..H$$

5. Градиентный шаг

$$w_{hm} = w_{hm} - \eta \epsilon_i^m \sigma_m' u_i^h \quad (6)$$

$$h = 0..H, m = 1..M$$

$$w_{jh} = w_{jh} - \eta \epsilon_i^h \sigma_h' x_i^j \quad (7)$$

$$j = 0..n, h = 1..H$$

6. $Q := (1 - \lambda)Q + \lambda \mathcal{L}_i$ (8)

7. Повторять п.2 – п.6 пока Q не стабилизируется [2].

Заключение. Для решения поставленной задачи использовались нейронные сети. Для корректировки весов использовался метод обратного распространения ошибки. Основной задачей была классификация сотрудников по группам на основе цвета их формы. Для решения данной задачи была построена многослойная нейронная сеть. Обучение и тренировка производилась на 5000 и 2000 картинок соответственно. Проведены экспериментальные исследования, указывающие на то, что точность классификации составляет 99,5%.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Горбатков С.А. Динамические нейросетевые модели банкротств корпораций при неполных данных. – М.: Прометей, 2020.
2. Метод обратного распространения ошибки. – URL: <https://neurohive.io/ru/osnovy-data-science/obratnoe-rasprostranenie> (доступ свободный).
3. Никитенко С. Глубокое обучение. – СПб.: Питер, 2018.
4. Чалова Ю. Практический профайлинг. Искусство прогнозировать мотивы тех кто с вами. – М.: Весь, 2018.
5. Яхьева Г.Э. Нечеткие множества и нейронные сети. – М.: Интернет-ун-т информационных технологий, 2008.

Д.В. Лещанов, В.В. Курейчик

АНАЛИЗ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ И РАСПОЗНАВАНИЯ ОБЪЕКТОВ

Руководитель – д.т.н., заведующий кафедрой систем автоматизированного проектирования В.В. Курейчик

Южный федеральный университет, г. Таганрог

В статье приводится описание перспективных методов распознавания образов на цифровых изображениях. Обосновывается актуальность разработки систем распознавания контента сегментированием изображения на основе использования глубоких признаков. Определены основные тенденции в подходе выделения объектов. В работе

рассмотрены основные нейросетевые модели, выделены их достоинства и недостатки. На основе проведенного анализа выявлено, что модель R-CNN является эффективной для решения задач распознавания, так как в ее основе лежит принцип модульной декомпозиции на подзадачи для обработки их различными алгоритмами.

Нейронные сети, распознавание изображений, сегментация, распознавание объектов.

Введение. Разработка методов распознавания изображений является одной из актуальных и трудных задач теоретической информатики. При создании систем распознавания, к которым предъявляются повышенные требования по точности и производительности, возникает необходимость применения новых методов автоматизации процедуры распознавания изображений. За последние несколько лет в направлении выделения и распознавания объектов на изображении произошел ряд важных изменений [1–4]. Главные из них – переход от использования «скользящего окна» к сегментированию изображения и использование глубоких признаков [3]. Наиболее успешные подходы последних лет стали победителями главного мирового конкурса по распознаванию ImageNet [5].

1) Метод селективного поиска (Segmentation as Selective Search).

2) Использование региональных признаков (Regionlets for Object Detection).

3) Использование больших иерархий признаков (Rich Feature Hierarchies for Accurate Object Detection).

Все эти методы распознавания используют сегментирование в качестве предобработки изображения с целью генерации некоторого количества (от тысячи до десяти тысяч) гипотез или объектов-кандидатов для дальнейшей обработки различными алгоритмами классификации. Такой подход дает гораздо меньшее количество гипотез для проверки, чем использование плавающего окна, за счет чего значительно повышается скорость и точность распознавания.

Нейросетевые модели. Приведем основные тенденции, определившие изменения в подходе выделения объектов.

1. Замена подхода использования «скользящего окна» на сегментирование и генерацию ограниченного числа гипотез.

2. Использование вместо алгоритмов, основанных на выделении признаков, машин опорных векторов и других классификаторов.

3. Вместо обычных выделяемых признаков все чаще отдается предпочтение глубоким признакам.

Поэтому сверточные нейронные сети и глубокое обучение являются наиболее эффективными подходами для решения задач распознавания [3–5]. На их основе разработано множество эффективных моделей и алгоритмов распознавания образов. Рассмотрим более подробно основные из них.

Multibox. Модель, разработанная компанией Google, использует специально обученную нейронную сеть для генерации гипотез о местоположении объекта на изображении, а также значений «уверенности» в том, что в этом окне действительно содержится объект. Далее, в случае детектирования одного класса, результат выводится непосредственно из выходных данных сети. Если же производится детектирование нескольких классов объектов, то используется вторая нейронная сеть, осуществляющая классификацию [5–7].

OverFeat. Использование сверточного подхода вместо плавающего окна, во время которого осуществляется последовательная свертка слоев со всем изображением. На выходе, при таком подходе, получается карта энергий, показывающая в каких местах изображения наиболее вероятно нахождение объекта [5–7].

R-CNN. Данная модель состоит из двух частей: блока генерации гипотез местоположения объекта на изображении и классификатора в виде сверточной нейронной сети. На первом этапе генерируется около 2000 гипотез, которые масштабируются, образуя выходной дескриптор [5, 6].

Модель Multibox является закрытой разработкой компании Google, не имеет открытого исходного кода и опубликованных точных алгоритмов работы, поэтому, хоть и перспективна, но не может быть использована в научных исследованиях по объективным причинам.

Модель OverFeat имеет открытый исходный код, но вместе с этим и ряд серьезных недостатков, вытекающих непосредственно из положительных характеристик. Так, объединение в рамках одной нейронной сети функций выделения и распознавания объектов лишает модель гибкости, серьезно усложняет алгоритмическую сложность и требует крайне точного и комплексного обучения.

В основе модели R-CNN лежит простой, но эффективный принцип модульного разделения задач большой размерности на подзадачи для обработки их различными алгоритмами. При этом сама идея позволяет довольно легко модернизировать и улучшать модель, оптимизировать к конкретной задаче и повышать характеристики распознавания.

Анализ модели R-CNN для выделения и распознавания объектов. Модель R-CNN состоит из трех модулей. Первый модуль генерирует гипотезы о местоположении объекта на изображении независимо от класса объекта. Второй модуль представляет из себя большую сверточную нейронную сеть, которая извлекает признаки из каждой гипотезы, преобразуя их в вектор фиксированной длины. Третий модуль – классификатор на основе машины опорных векторов, осуществляющий классификацию векторов признаков на наборе конкретных классов объектов.

Сама модель R-CNN допускает использование любого алгоритма генерации гипотез местоположения объекта, обладающих достаточным качеством работы, но в статье, в которой эта модель была впервые представлена [7], используется алгоритм селективного поиска, который является наиболее оптимальным и эффективным вариантом на сегодняшний день.

В классическом варианте модели все гипотезы преобразуются независимо от первоначального размера, чтобы соответствовать входам сети 227x227 пикселей. Из входного вектора формируется 4096-размерный вектор признаков для каждой из гипотез, созданных на первом этапе. Преобразование происходит путем распространения сигнала через пять слоев сверточной нейронной сети и два полносвязных слоя на выходе.

После обработки входного изображения с помощью метода селективного поиска формируется около двух тысяч гипотез местоположения объекта. Каждая из гипотез деформируется и прогоняется через сверточную нейронную сеть для выделения признаков. Каждый из выходных векторов отправляется для распознавания в классификатор, как показано на рис. 1.

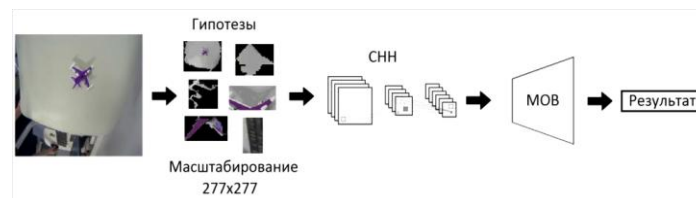


Рис. 1. Схема модели R-CNN

В качестве методов генерации гипотез местоположения объекта могут быть также использованы [5–7]:

- 1) Objectness;
- 2) Category-independent object proposals (Гипотезы местоположения объекта независимо от класса);
- 3) Multi-scale combinatorial grouping (Комбинаторная группировка с использованием разных масштабов);
- 4) Constrained parametric min-cuts (Генерация гипотез на основе разреза графов);
- 5) Другие методы сегментирования изображения и выделения заметных областей.

Селективный поиск в контексте детектирования объектов на изображении и распознавания образов представляет множество разнообразных стратегий для рассмотрения изображения с как можно более обширного числа точек зрения. Рассмотрим основные аспекты методов селективного поиска [5].

1) Учет всех масштабов. Объекты могут иметь на изображении различные размеры и пропорции. Некоторые объекты также имеют более размытые границы, чем другие. Таким образом, во внимание должны быть приняты все возможные масштабы, наиболее естественный способ для осуществления этой идеи – использование иерархического алгоритма.

2) Разнообразие. Не существует единственной оптимальной стратегии для того, чтобы сгруппировать отдельные части изображения. В отдельных случаях части могут формировать объект по цвету, текстуре или общим границам. Также, тени и другие продукты неравномерной освещенности могут влиять на то, как части формируют объект. Следовательно, вместо использования одной стратегии, которая хорошо работает в большинстве случаев, более выгодно иметь набор разнообразных стратегий, которые покрывали бы все возможные ситуации.

3) Скорость вычислений. Целью селективного поиска является формирование набора возможных положений объекта на изображении. Вычисление такого набора не должно требовать больших вычислительных и временных затрат.

Заключение. В работе описаны нейросетевые модели для выделения и распознавания объектов: Multibox, OverFeat, R-CNN. Выделены основные преимущества и недостатки каждого.

В качестве наиболее эффективного метода выбрана модель R-CNN, которая использует сверточные нейросети для улучшения качества отбора гипотез, а также классификатор на основе машины опорных векторов. Данный метод предоставляет возможность использования принципа декомпозиции задач большой размерности для обработки их различными алгоритмами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Dutt V., Chaudhry V., Khan I. Pattern recognition: an overview // American Journal of Intelligent Systems. – 2012. – No. 1 (2). – P. 23-27.
2. Anil K. Jain, Robert P.W. Duin, Jianchang Mao. Statistical Pattern Recognition: A Review // IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence. – 2000. – No. 1 (22). – P. 4-37.
3. Курейчик В.В., Лецапов Д.В. Анализ проблем и подходов при распознавании изображений // Сб. трудов XVII Всероссийской научной конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. – 2019. – Т. 1. – С. 266-271.
4. Пшенокова И.А., Денисенко В.А., Сундуков З.А., Макоева Д.Г., Нагоева О.В., Бова В.В. Разработка системы видеораспределения образов на основе мультиагентных рекурсивных когнитивных архитектур // Инженерный Вестник Дона. – 2016. – № 4 (43).
5. Jasper R.R., E.A. Koen van de Sande G. Theo Segmentation As Selective Search for Object Recognition // International Conference on Computer Vision. – Barcelona, 2011. – P. 1879-1886.
6. Carreira S., Sminchisescu C. Constrained parametric min-cuts for automatic object segmentation // Transactions on pattern analysis machine intelligence. – 2012. – Vol. 34. – P. 1312-1328.
7. Cadieu C.F., Hong H., Yamins D.L.K., Pinto N. Deep Neural Networks Rival the Representation of Primate IT Cortex for Core Visual Object Recognition // Computational Biology. – 2014. – Vol. 10. – P. 1-18.

Информационные системы и технологии

А.С. Строкин

ПРИМЕНЕНИЕ БАЙЕСОВСКОГО ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОГО РАНЖИРОВАНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОЦЕНОК АУДИОВИЗУАЛЬНОГО КОНТЕНТА

Руководитель – к.т.н., доцент кафедры защиты информации А.В. Прибыльский

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Для формирования оценок аудиовизуального контента мы будем использовать алгоритм, называемый байесовским персонализированным ранжированием, который был представлен в работе Штеффена Ренле.

Основная концепция заключается в предоставлении клиентам списка элементов, где самый верхний будет самым релевантным и далее по убыванию.

Для решения данной задачи нам нужно определить сортировку так, что независимо от того какие два элемента мы возьмем, один из них будет ранжирован лучше другого. Для того, чтобы сделать это нужны три правила: полнота, несимметрия и транзитивность.

Данный алгоритм часто используется только при наличии неявной обратной связи. Но здесь проблема в том, что у нас не бывает отрицательной обратной связи, а есть только события, например, совершение покупки. Отсутствие отрицательных данных делает трудным для алгоритма машинного обучения понять, когда он делает что-то не так, ведь он не знает, что такое хорошо и что такое плохо. Отсутствие события может означать, что пользователь не знает, существует ли элемент вообще (например, не видел его). А может, он видел элемент, но ему не понравилось. А может, видел, понравилось, но пока не успел купить. В любом случае можно предположить, что отсутствие события хуже, чем его наличие.

Если у вас есть два элемента – купленный и не купленный, – тогда при выполнении ранжирования вы можете определить, что купленный товар всегда является более привлекательным, чем тот, который не купили. Определившись с этим, вы можете рассмотреть пары элементов, каждый из которых может быть куплен или не куплен.

Если у вас есть явные данные – оценки, – то вы могли бы сказать, что элементы без оценок имеют ранг ниже, чем элементы с оценками (предположим, что оценка = покупка). Можно спросить, что делать с ними – ставить им среднюю оценку или оценку ниже всех остальных.

Нам нужно вычислить персонализированное ранжирование для всех элементов и всех пользователей в базе данных. Для персонализированного ранжирования будем использовать так называемую байесовскую статистику. Она строится на основе этого уравнения:

$$p(A|B) = \frac{p(B|A)p(A)}{p(B)}. \quad (1)$$

Это уравнение показывает, что вероятность (р) события А при условии, что В произошло, равна вероятности события А, умноженной на вероятность события В, если А произошло, деленное на вероятность В.

Предсказание оценки в матричной факторизации сводится к умножению строки в матрице пользователя на столбец в матрице элементов N

Пример формулы:

$$A = B + \sqrt{\frac{C}{D}} \quad (1)$$

Формула (1) приведена для демонстрации примера оформления формул. Пример оформления графических материалов показан на рис. 1, пример оформления табличных материалов показан в табл. 1.



Рис. 1. Название рисунка

Таблица 1

Название таблицы

Наименование параметра	Единица измерения	Значение	Пояснение
Параметр 1	м	1,52	Пояснение параметра 1
Параметр 2	кг	6,41	–

Ссылки на литературу приводятся в квадратных скобках, библиографический список рекомендуется оформлять в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1-2003 [1].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 7.1-2003 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления. – URL: <http://protect.gost.ru/document.aspx?control=7&id=129865> (доступ свободный).

В.В. Дудкин, А.В. Прибыльский

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАСПОЗНАВАНИЯ ДЕФЕКТА ЗЕРНОВОЙ КУЛЬТУРЫ НА ОСНОВЕ СЕГМЕНТАЦИИ ФОТОМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Руководитель – к.т.н., доцент кафедры систем автоматического управления
А.В. Прибыльский

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Цифровая обработка изображения – один из основных методов получения информации. Под этим понятием подразумевается использование компьютеров для обработки цифровых изображений [3]. Применение данного метода, позволяет реализовывать классификацию, выделение признаков и распознавание образов на изображениях.

Сегментация изображений применяется для выделения какого-либо объекта, с целью провести анализ на различные параметры. Сегментация объектов на изображениях может применяться в различных отраслях, таких как сельское хозяйство для определения дефектных продуктов по различным параметрам (зерна, овощей, фруктов), в горнодобывающей промышленности, медицине.

Благодаря огромному развитию глубокого обучения в обнаружении объектов на изображении и семантической сегментации, распознавание объектов, основанное на глубоком обучении, быстро развилось за короткий период времени. Однако из-за разнообразия объектов и совпадений между ними сегментация объектов по-прежнему остается сложной задачей.

Различные типы алгоритм сегментации фотометрии и выделение зон и объектов интереса приведены на рис. 1 согласно [9]:

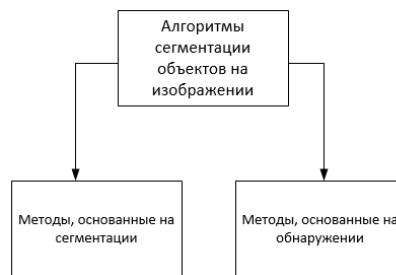


Рис. 1. Различные типы алгоритмов сегментации изображений

Алгоритмы на основе сегментации сначала выполняют семантическую сегментацию изображения, а затем создают маски объектов на основе комбинации семантической информации. Далее приведен список, разработанных алгоритмов, которые можно отнести к данному типу.

“Fully convolutional network”» (FCN) [7] добился значительных успехов в области семантической сегментации. В работе [6] было предложено Instance-FCN. Этот метод сначала сгенерировал набор чувствительных к объекту набор признаков, которые использовались для прогнозирования семантической информации о различных относительных положениях одного и того же объекта, а затем получили маски объектов посредством сборки. В работе [10] был предложен алгоритм “Fully convolutional instance – aware semantic segmentation” (FCISS), в котором используется функциональное представление набора признаков внутреннего / внешнего положения, чтобы решить проблему, заключающуюся в том, что один и тот же пиксель может иметь разную семантику в разных интересующих областях.

Алгоритмы, основанные на обнаружении, сначала полагаются на обнаружение объектов для определения местоположения целей на изображении, а затем выполняют классификацию на уровне пикселей в каждой целевой области. К таким алгоритмам можно отнести Mask Region-based Convolutional Network (R-CNN) [8], которая в полной мере использует обнаружение объектов для достижения высокой точности сегментации объектов. После появления данного алгоритма методы сегментации объектов на основе обнаружения, постепенно стали постоянно использоваться.

Mask R-CNN – это классический метод сегментации объектов, но его предсказанные маски нечеткие и неточные вблизи контуров. Чтобы справиться с этой проблемой в работе опираются на идею сопоставления контуров на основе изображения с преобразованием расстояния и предлагаем новую функцию потерь, называемую потерями контура.

Потеря контура предназначена специально для оптимизации контуров прогнозируемых масок, что позволяет обеспечить более точную сегментацию объектов. Чтобы обеспечить совместное обучение предложенной функции потерь контура в современных структурах нейронных сетей, мы разрабатываем модуль вычисления дифференцируемого k-шагового преобразования изображения с преобразованием расстояния, который может приближенно вычислять усеченные изображения преобразования расстояния для прогнозируемой маски и соответствующей маски истинности в режиме онлайн.

Также к алгоритмам, основанным на обнаружении, относится метод водораздела, который является одним из основных алгоритмов наращивания областей, рекурсивно выполняющих процедуру группировки пикселей в подобласти по заранее заданным критериям. Понятие водораздела основано на представлении изображения как трехмерной поверхности, где в качестве высоты используется уровень яркости пикселя [2].

На рис. 2 представлен результат алгоритма сегментации изображении методом водораздела на различном фоне и с разным количеством объектов (зерен).

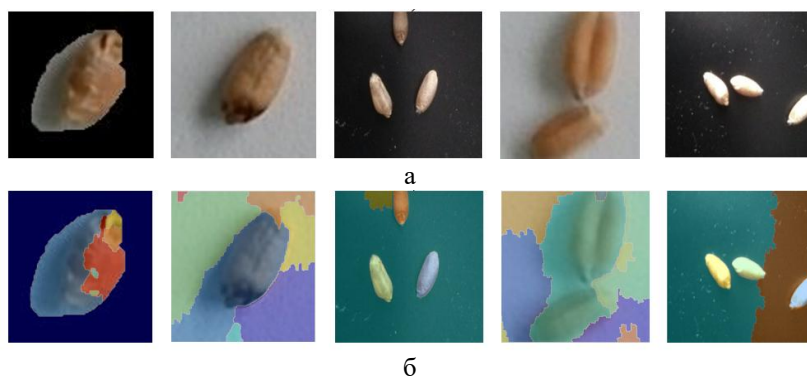


Рис. 2. Сегментация изображения методом водораздела:
а – исходные изображения, б – результат сегментации

Из рис. 2 видно, что сегментация методом водораздела позволила выделить несколько объектов на черном фоне [1].

В данном алгоритме сначала проводится морфологическая фильтрация изображения и реконструкция, происходит нахождение локальных максимумов и их сглаживание, а также определение маркеров заднего плана. Для реализации этой задачи на ранее отфильтрованном изображении проводится бинаризация и определяется расстояние между каждым белым и черным пикселем. Далее определяется значения градиента с помощью оператора Соболя. Затем необходимо модифицировать функцию сегментации, а также выполнить операцию сегментации методом водораздела и визуализировать результат при помощи дилатации. Данную функцию дилатации описывает формула:

$$A \oplus B = \{Z | (\mathbb{B})_z \cap A \neq \emptyset\}. \quad (1)$$

где A – это бинарный образ, а B – это структурообразующий элемент [3].

Также к данному типу можно отнести сегментацию изображений в пространстве Lab. Координата светлоты L в данном пространстве отделено от значений составляющих света. L может находится в районе от 0(темный) до 100(светлый). Хроматическая составляющая цвета должна задаваться двумя координатами a и b .

а находится в промежутке зеленого(-128) до красного(127) и b от синего(-128) до зеленого(127) [4]. Данный алгоритм делит цветные изображения на различные области, где доминируют различные цвета, что отражает его суть.

Сначала алгоритм преобразует изображение пространства Lab и задаёт области для каждого из цветов и определяет цветовые маркеры для каждого из сегментов.

Для проведения классификации каждого пикселя алгоритм использует принцип ближайшей окрестности. Данный принцип основан на зависимости расстояния рассматриваемого пикселя и цветовой отметки: чем меньше расстояние рассматриваемого пикселя и цветовой отметки, тем больше степень соответствия данному цвету.

Далее алгоритм создает матрица цветовых меток, который используется для сегментации объектов на исходном изображении.

На рис. 3 представлен результат алгоритма сегментации изображений в Lab-пространстве на различном фоне и с разным количеством объектов (зерен).

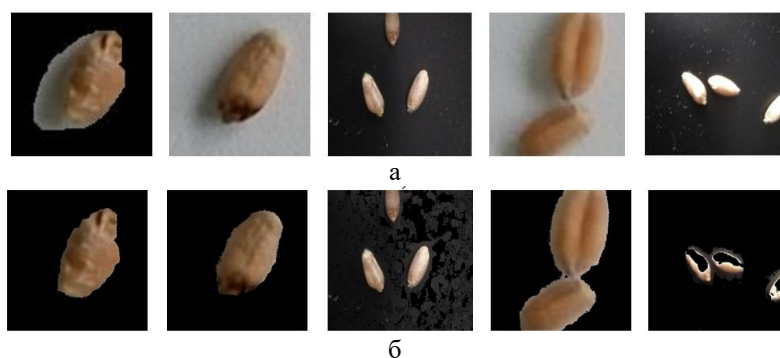


Рис. 3. Сегментация изображения в Lab-пространстве: а – исходные изображения, б – результат сегментации

Из рис. 3 видно, что данный метод позволяет безошибочно выделить только один объект [1].

Также к данному типу можно отнести сегментацию с использованием текстурных фильтров. Алгоритм сначала выделяет текстуры изображения, а затем возвращается массив, в котором значение энтропии содержится в каждом пикселе. Энтропия является статистической характеристикой случайного процесса [5]. Далее алгоритм выбирает значение порога, которое позволит выделить границы текстуры.

В ходе исследования были рассмотрены различные типы алгоритмов сегментации фотометрических данных зерновых культур, а также даны примеры для каждого типа алгоритмов сегментации.

Исходя из полученных результатов можно сделать следующие выводы, что методика сегментации с обнаружением границ позволяет примерно выделить объект на изображении с шумами только на черном фоне. Также данный алгоритм убирает объекты, которые видно не полностью; сегментация текстурными фильтрами позволяет выделить несколько объектов на фото с черным фоном; сегментация в Lab-пространстве позволяет выделить только один объект на любом фоне; сегментация водоразделом позволил выделить несколько объектов на черном фоне, а сегментация в RGB-пространстве позволяет выделить область, где находится объект на фото с черным фоном.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дудкин В.В., Прибыльский А.В. Исследование методов сегментации результатов фотометрии зерновых культур // Информационные технологии, системный анализ и управление (ИТСАУ-2020): Сб. трудов XVIII Всероссийской научной конференции молодых ученых, аспирантов и студентов (Таганрог, 3–5 декабря 2020 г). : в 3 т. – Ростов-на-Дону; Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2020.
2. Лузев, В.С., Устинова Л.В., Голик А.Б., Мелешикина Л.Е. Видеокомпьютерный анализ зерновых продуктов // Второй Всероссийский конгресс зернопереработчиков «Нивы России»: сборник материалов конгресса, Барнаул, 27-29 октября 2003 г. – Барнаул, 2003. – С.75-79.
3. Национальная библиотека им. Н.Э. Баумана. – URL: <https://ru.bmstu.wiki> (дата обращения: 24.11.20).
4. Гонсалес Р., Вудс Р., Эддингс С. Цифровая обработка изображений. – М.: Техносфера, 2002. – С. 17, 356-357.
5. Хабр. – URL: <https://habr.com/ru/company/intel/blog/266347/> (дата обращения: 26.11.20).
6. Экспонента. – URL: <https://hub.exponenta.ru/post/kratkiy-kurs-teorii-obrabotki-izobrazheniy-734#46> (дата обращения: 24.11.20).
7. Dai J., He K., Li Y., Ren S., and Sun J. Instance-sensitive fully convolutional networks // in ECCV, 2016.
8. Long J., Shelhamer E., and Darrell T. Fully convolutional networks for semantic segmentation // in CVPR, 2015.
9. He K., Gkioxari G., Dollar P., and Girshick R. Mask R-CNN // in ICCV, 2017.
10. Guo X., Lan X., Wang K., Li S. Contour Loss for Instance Segmentation via k-step Distance Transformation Image, 2021.
11. Li Y., Qi H., Dai J., Ji X., and Wei Y. Fully convolutional instanceaware semantic segmentation // in CVPR, 2017.

А.В. Козловский, А.С. Кобляков, Д.В. Ткаченко

РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ СБОРКИ ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМПЬЮТЕРА В СРЕДЕ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Введение. Виртуальная реальность (VR, AR) – это созданная с помощью компьютера трехмерная среда, с которой пользователь может взаимодействовать, полностью или частично погружаясь в нее.

В современном мире технологии виртуальной реальности имеют широкое распространение в различных сферах деятельности. В своей публикации нами рассмотрена область обучения, где технологии дополненной реальности предназначены для моделирования среды тренировок, в которых необходима предварительная подготовка.

Особенности технологий дополненной реальности. Разрабатываемый нами программный продукт направлен на обучение пользователя навыкам по практической сборке ПК и формированию представления о теоретической производительности ПК в целом и его компонентов в частности, а также развития у пользователя аналитической способности при оценке производительности сборок.

Достоинства проведения обучения при помощи виртуальной реальности:

- ♦ возможность создания и симуляции событий, которые сложно или проблематично реализовать в реальном мире и обычной жизни;
- ♦ привитие пользователям не только теоретических, но и практических навыков;

Однако, у такого подхода имеется недостаток и это высокая стоимость обслуживания для виртуальной реальности, которая обусловлена высокими системными требованиями и стоимостью самого шлема виртуальной реальности;

Архитектура информационной подсистемы. Разработанная архитектура показывает основные компоненты подсистемы и их взаимосвязь между собой. На рис. 1 представлена архитектура подсистемы сборки ПК.

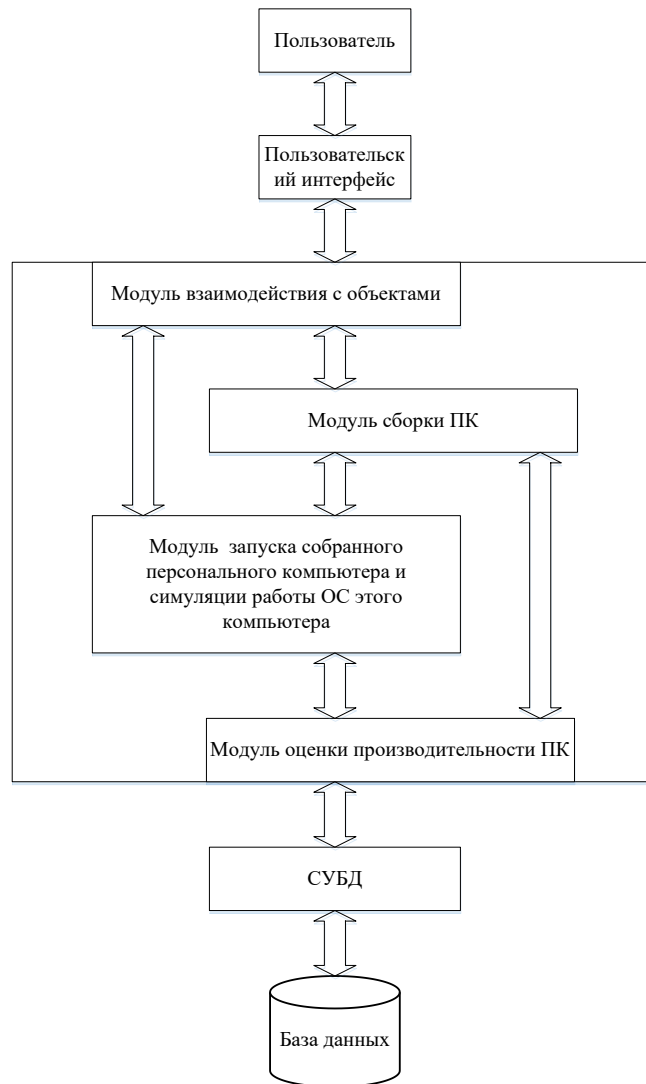


Рис. 1. Архитектура информационной подсистемы

Алгоритм работы пользователя. Данный алгоритм начинает свою работу с момента запуска подсистемы. Все пользователи имеют одинаковый уровень доступа. А модерация подсистемы происходит непосредственно в среде разработки Unity.

В данной подсистеме пользователи могут взаимодействовать с объектами виртуального мира и брать их в руки. Может провести сборку персонального компьютера из предложенных комплектующих. После чего может приступить к его запуску и взаимодействию с ОС собранного ПК, если пользователь ошибся на эта-

пе сборки (не установил необходимые для запуска ПК комплектующие или не подключил их к блоку питания) система не запустится и пользователю придётся сначала завершить этап сборки после того как этот этап будет выполнен пользователь получит возможность запустить ПК и начать взаимодействовать с ОС собранного персонального компьютера. Так же у пользователя появляется возможность с помощью ОС провести теоретическую оценку производительности собранной конфигурации.

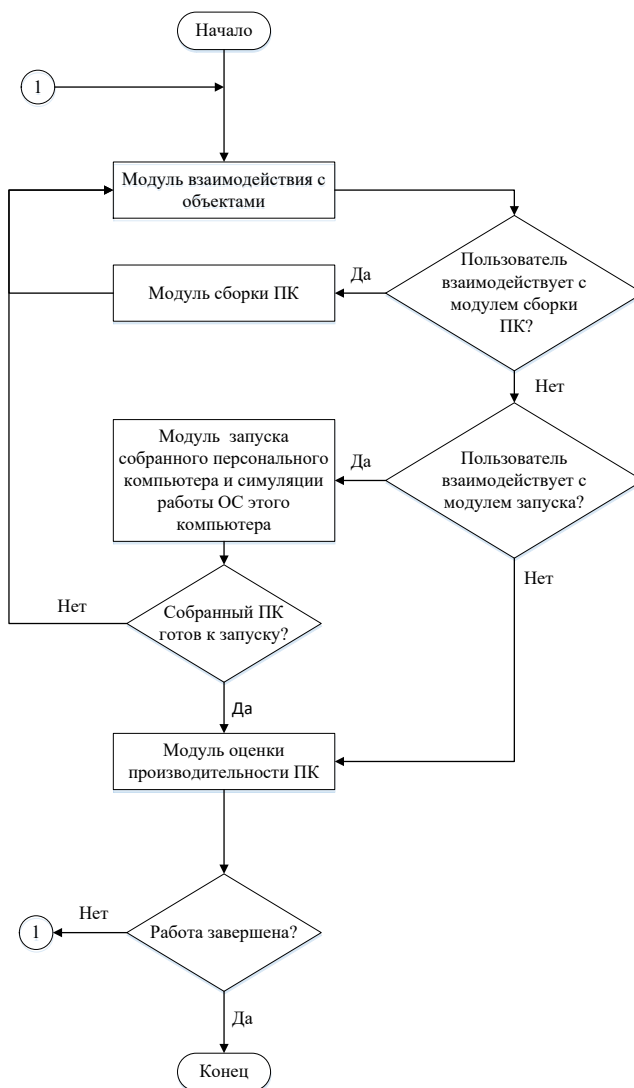


Рис. 2. Алгоритм взаимодействия пользователя с подсистемой

Примеры работы подсистемы. Реализация программного комплекса осуществлялась в среде разработки Unity. Возможности данного редактора позволили достаточно быстро и качественно реализовать необходимые функциональные возможности информационной подсистемы сборки ПК в среде виртуальной реальности. Ниже приведены фрагменты работы программы.

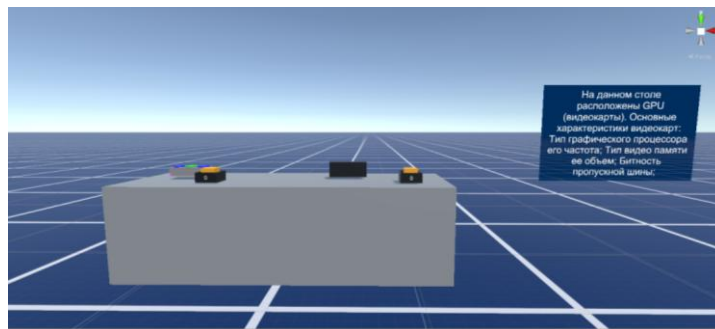


Рис. 3. Пример стола с компонентами

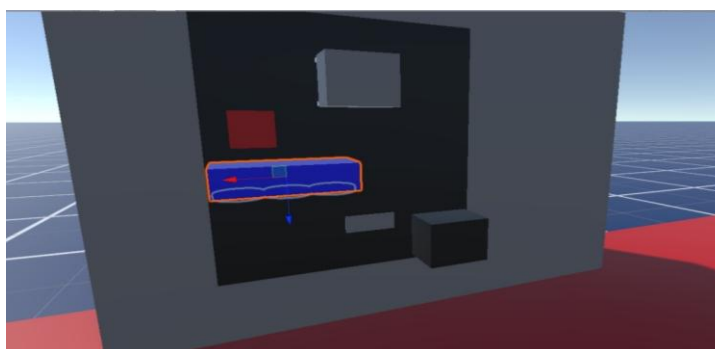


Рис. 4. Пример собранного ПК

Заключение. Разработанная подсистема позволит пользователю приобрести навыки сборки персонального компьютера, навыки, по оценке его работоспособности и стабильности его работы, а также повысить уровень своей компьютерной грамотности в области аппаратной части персонального компьютера.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Техническая документация Unity Docs. – <https://docs.unity3d.com/Manual/index.html>. – Режим доступа: свободный (дата обращения: 15.05.2020).
2. Unity Scripting API. – <https://docs.unity3d.com/ScriptReference/index.html>. – Режим доступа: свободный (дата обращения: 18.05.2020).
3. Техническая документация по ассету VRTK для Unity. – <https://vrtoolkit.readme.io/>. – Режим доступа: свободный (дата обращения: 17.05.2020).
4. PC Build Simulator. – <https://www.pcbuildingsim.com/>. – Режим доступа: свободный (дата обращения: 12.05.2020).
5. Язык C# и платформа .NET. – <https://metanit.com/sharp/tutorial/1.1.php/>. – Режим доступа: свободный (дата обращения: 16.05.2020).

Ф.С. Булыга

ОБЗОРНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ

Руководитель – к.т.н., доцент кафедры систем автоматизированного проектирования Д.Ю. Запорожец

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Введение. Развитие информационных технологий и их повсеместная распространённость привели к необходимости создания методов однозначной идентификации пользователей в системах с ограниченным доступом. Применение имеющихся способов обеспечения идентификации таких как: секретные ключи, учетные записи и прочее – устарели и не способны обеспечить необходимый уровень безопасности.

В свою очередь, технологии идентификации, основанные на анализе биометрических данных, соответствуют современным требованиям массового применения, обеспечивая необходимый уровень надежности систем ограниченного доступа.

Обзорный анализ методов распознавания лиц

1. Метод гибкого сравнения на графах. Принцип работы метода заключается в представлении объекта (лица) на изображении в виде графа с взвешенными ребрами и вершинами. На стадии детектирования лица формируются два графа: эталонный и деформируемый. Первый граф остается неизменным на всех этапах работы метода, в то время как второй деформируется таким образом, чтобы расхождения с первым были минимальны.

Для определения значения признаков в вершинах графа используют фильтры Габора или строи Габора, которые вычисляют величину признака путем свертывания яркостных значений пикселей с набором Габора [2]. Длина ребер графа определяется расстояниями между его смежными вершинами. Разность между графами (эталонным и деформируемым) определяется некоторой расчетной функцией деформации, данная функция учитывает отличия между величинами признаков, а также уровнями деформации ребер.

Процесс деформации графа выглядит следующим образом: все вершины графа поочередно смещаются на установленное расстояние в определенном направлении так, чтобы отличия между вершинами графов было минимальным. Выполнение данного процесса будет циклично для всех вершин деформируемого графа, пока суммарное отличие графов друг от друга не будет сведено к минимуму. Уровень различности между исходным изображением и эталонным графом будет определяться расчетной функцией деформации. Данный алгоритм должен быть выполнен для всех элементов выборки, для получения эталона с оптимальным значением расчетной функции.

Достоинства данного метода: высокие показатели точности распознавания; низкая чувствительность к вариациям ракурса лица на изображении.

Недостатками данного метода выступают: линейная зависимость скорости работы метода от количества экземпляров в выборке, а также большая вычислительная сложность.

2. Метод главных компонент (МГК). Идея метода главных компонент заключается в представлении исходного изображения в виде векторного набора, принадлежащего n -мерному пространству, где n – количество пикселей изображения.

Теоретическая основа метода представляет собой необходимость уменьшения размерности пространства таким образом, чтобы принадлежащие пространству признаки были некоррелированными. Поиск главных компонент заключается в вычислении значений элементов ковариационной матрицы, рассчитанной из изображения, а также собственных векторов.

Распознавание изображений происходит путем сравнительного анализа главных компонент входного изображения с главными компонентами экземпляров выборки. Если разница между компонентами входного изображения и компонентами экземпляров выборки минимальна, то данные экземпляры выборки можно считать, предположительно подходящими.

Достоинства данного метода: при формировании компонентов изображения их величины могут хранить в себе параметры, определяющие пол, расу или эмоции лица, что в последствии можно будет использовать для создания более развернутой характеристики экземпляра объекта.

Недостатками метода выступают: высокие требования к качеству изображений (необходимость достаточного масштаба лица, надлежащий уровень освещенности, пространственная ориентация).

3. Метод опорных векторов. Идея метода заключается в поиске гиперплоскости, разделяющей выборку данных на отдельные классы. Гиперплоскость представляет из себя $(n-1)$ -мерную под плоскость n -мерного евклидова пространства, разделяющая данное пространство на две части.

Алгоритм работы, следующий: производится поиск опорных векторов таким образом, чтобы расстояние от гиперплоскости к векторам было минимальным, далее рассчитывается расстояние между ними (зазор). Задача алгоритма заключается в максимизации расстояния между векторами и гиперплоскостью, а та гиперплоскость, с которой зазор будет самым большим, считается оптимальной.

В стандартной реализации метод опорных векторов является линейным классификатором и не может решать нелинейно разделимые задачи, однако, применив нелинейное ядро можно представить данные в пространстве большей размерности, где возможно существование оптимальной гиперплоскости.

Преимущества метода: скорость нахождения решающей функции; нахождение гиперплоскости максимальной размерности, что в дальнейшем позволяет проводить более полную классификацию.

Недостатки метода: высокая чувствительность к шаблонизации данных; отсутствие единого подхода выбора ядра в ситуациях неразделимости классов.

4. Метод Виолы-Джонса. Впервые данный метод был представлен в 2001 году Полом Виолой и Майклом Джонсом, применение данного метода предполагалось в задачах детектирования объектов на изображении. Данный метод оказался достаточно эффективным, что даже в нынешних условиях обладает низким процентом ложных срабатываний.

В алгоритме Виолы-Джонса реализуются следующими принципами:

- ◆ Интегральное представление изображений.
- ◆ Каскады Хаара.
- ◆ Классификация на основе бустинга.
- ◆ Классификатор в виде каскадной структуры.

Интегральное представление изображения. Интегрально представление изображений (ИПИ) необходимо для вычисления яркости пикселей определенного участка изображения в виде прямоугольника, при том, что время вычисления данного значения, не зависит от размеров прямоугольника. В интегральном представлении определяется матрица одинакового размера с исходным изображением.

Каждый элемент матрицы хранит в себе результат сложения яркости пикселей, взятых слева и сверху от данного элемента [1]. Рассчитать элемент матрицы можно по следующей формуле:

$$I(x, y) = \sum_{x' \leq x, y' \leq y} i(x', y'), \quad (1)$$

где $i(x, y)$ – величина яркости пикселя входного изображения.

$I(x, y)$ – элемент матрицы хранит в себе результирующую сумму пикселей прямоугольника размерности от $i(0, 0)$ до $i(x, y)$, значением которого выступает сумма пикселей выше и левее данного элемента. Вычисление матрицы занимает линейное время, рассчитывается матрица по следующей формуле:

$$I(x, y) = i(a, y) - I(x - 1, y - 1) + I(x - 1, y) + I(x, y - 1). \quad (2)$$

Каскады Хаара. Примитивы Хаара представляют собой две прямоугольные области белого и черного цвета, значениями которых выступают сравнение уровня интенсивности пикселей пары прямоугольных областей. При обучении модуля классификации метод Виолы-Джонса использует наборы Хаара, поскольку, они позволяют описать специфические особенности объекта, связанные с изменениями яркости пикселей.

Признаки Хаара вычисляют свои значения путем разности сумм пикселей входного изображения внутри светлой и темной прямоугольной области одинакового размера. В модернизированных версиях метода применяются не только примитивы Хаара, но также и дополнительные признаки, для повышения эффективности алгоритма.

Построение классификатора на основе бустинга. Бустинг – ансамбль методов, позволяющий повысить точность аналитической модели. Одним из самых распространенных бустинг алгоритмов в методе Виолы-Джонса выступает алгоритм AdaBoost.

AdaBoost формирует сложный классификатор, состоящий из набора более слабых. Каждый последующий классификатор стремится перекрыть недостатки всех предыдущих алгоритмов. На каждой операции повторения создается простой классификатора вида:

$$h_j(z) = \begin{cases} 1, & \text{если } p_j f_j(z) < p_j \theta_j \\ 0, & \text{иначе} \end{cases}, \quad (3)$$

где, p_j – указывает тип знака неравенства, θ_j – величина порога; $f_j(z)$ – полученная величина признака; z – прямоугольная область изображения размерности 24 x 24 пикселя.

Представление классификаторов в каскадной структуре. Применение каскадной структуры позволяет повысить скорость детектирования объектов, путем концентрации работы метода на более информативные участки изображения. Структура каскада представляет собой слои, состоящие из классификаторов, обученных при помощи алгоритмов бустинга.

Преимущества алгоритма: низкие показатели ошибочных исходов, высокий процент положительных исходов угадывания.

Недостатки алгоритма: высокая чувствительность к вариациям ракурса лица на изображении, так, если угол наклона лица больше 30° , эффективность алгоритма существенно падает.

Эффективность работы методов распознавания лиц. Применение данных методов в идеальных условиях показывает приблизительно одинаковый уровень эффективности, однако добиться данных условий в реальных проектах достаточно затруднительно. Поэтому для чистоты эксперимента сравнение продуктивности методов будет происходить в условиях приближенных к реальным. При сравнении алгоритмов, искусственно были созданы помехи в виде: смены поворота лица относительно анфаса, изменение уровня освещенности, изменение мимики лица. Результаты сравнительного анализа методов представлены на рис. 1.

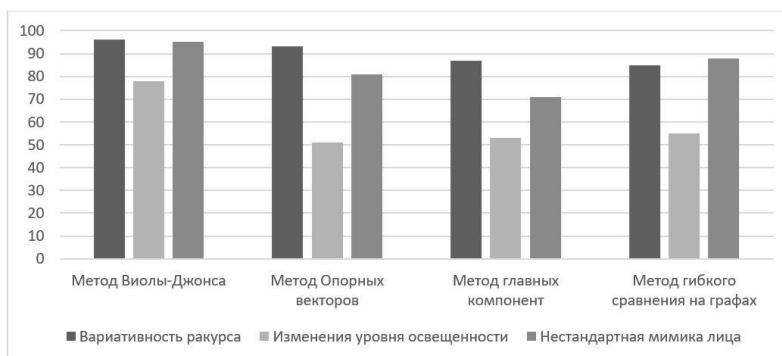


Рис. 1. Результаты анализа эффективности методов распознавания лиц

Заключение. В данной статье представлены принципы работы методов распознавания лиц, а также их преимущества и недостатки, также проведено исследование эффективности работы методов. В ходе исследования были выявлены факторы, влияющие на работу методов, наличие которых обусловлено невозможность создания идеальных условий при работе системы.

Для дальнейших исследований были выбраны метод Виолы-Джонса и метод главных компонент. Так как показатели их эффективности удовлетворяют требованиям разрабатываемой системы, а их комбинирование позволит устранить имеющиеся недостатки методов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кузнецов А.Д. и др. Классификация методов обнаружения и распознавания лица на изображении // Научный результат. Сер. Информационные технологии. – 2019. – № 1. – С. 38-46.
2. Померанцев А.Л. Метод главных компонент. – Режим доступа: <https://www.chemometrics.ru/books/metod-glavnykh-komponent/metod-glavnykh-komponent/> (дата обращения: 05.03.2020).
3. Vijayakumari V. Face recognition techniques: A survey // World Journal of Computer Application and Technology. – 2013. – No. 1 (2). – P. 41-50.

А.А. Дядин, М.Н. Гасанова, С.А. Кучеров

ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ: ШАГ В БУДУЩЕЕ

Руководитель – доцент С.А. Кучеров

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Введение. Интернет вещей (IoT) – важная тема в сфере технологии, политик и инженерных разработок, активно обсуждаемая как в специализированной литературе, так и в широкой прессе. Эта технология воплощена в широком наборе сетевых продуктов, систем и датчиков, применяющих достижения в области вычислительной техники, миниатюризации электроники и сетевых соединений для интеграции новых функций, которые ранее не были возможны. На многочисленных конференциях, в отчетах и прессе обсуждается возможное воздействие «революции IoT», от новых рыночных возможностей и моделей бизнеса до проблем безопасности, конфиденциальности и технической интероперабельности.

Крупномасштабное внедрение устройств IoT во многом может изменить наш стиль жизни. Для потребителей новые продукты IoT, такие как бытовая техника с подключением к Интернету, компоненты домашней автоматике и устройства для

регулирования электроэнергии приближают нас к концепции «умного дома», обеспечивая более высокий уровень безопасности и энергоэффективности. Другие личные устройства IoT, такие как носимые устройства для фитнеса и контроля за состоянием здоровья, а также медицинские устройства с подключением к сети меняют методы оказания медицинских услуг. Преимуществами этой технологии смогут воспользоваться инвалиды и пожилые люди, так как технология IoT способна обеспечить более высокий уровень независимости и качества жизни по разумной цене. Такие системы IoT как, транспортные средства, подключенные к единой сети, интеллектуальные системы управления дорожным движением и встроенные датчики на дорогах и мостах приближают нас к идее «интеллектуальных городов» для снижения числа пробок и сокращения энергопотребления. Технология IoT обеспечивает возможность трансформировать сельское хозяйство, промышленность, производство и потребление электроэнергии путем увеличения доступности информации по всей цепочке добавленной стоимости на производстве с использованием сетевых датчиков. Однако для того, чтобы воспользоваться всеми преимуществами IoT, необходимо принять во внимание и решить ряд вопросов.

Происхождение, определяющие факторы и области применения. Термин «Интернет вещей» (IoT) впервые использовал в 1999 году британский новатор в области технологий по имени Кевин Эштон для описания системы, в которой предметы физического мира могут подключаться к Интернету с помощью датчиков. Эштон создал этот термин для того, чтобы проиллюстрировать потенциальные возможности подключения меток радиочастотной идентификации (RFID), используемых в корпоративных цепочках поставок, для подсчета и отслеживания товаров без необходимости вмешательства со стороны человека. Сегодня термин «Интернет вещей» широко используется для описания сценариев, в которых подключение к Интернету и вычислительные функции распространяются на ряд объектов, устройств, датчиков и других предметов повседневной жизни.

Несмотря на то, что термин «Интернет вещей» является сравнительно новым, концепция объединения компьютеров и сетей для мониторинга и управления устройствами существует уже несколько десятилетий. Например, уже в конце 1970-х гг. осуществлялось коммерческое использование систем для удаленного мониторинга счетчиков электрической сети через телефонные линии [1]. В 1990-х гг. достижения в области беспроводной технологии сделали возможным широкое распространение корпоративных и производственных решений «машина-машина» (M2M) для мониторинга и управления оборудованием. Однако многие из этих ранних решений M2M были созданы на основе закрытых специализированных сетей на фирменных или отраслевых стандартах [2], а не на сетях на основе протокола Интернета (IP) и стандартах Интернета. Идея использования IP для подключения к Интернету устройств, не являющихся компьютерами, не нова. Первое устройство с подключением к Интернету – тостер с поддержкой протокола IP, который можно было включать и выключать через Интернет – был представлен на интернет-конференции в 1990 году [3]. В течение следующих нескольких лет появились другие предметы с поддержкой протокола IP, включая автомат прохладительных напитков [4] в университете Карнеги-Меллона в США, и кофеварка в Троянском зале в Кембриджском университете в Великобритании (которая оставалась подключенной к Интернету до 2001 года). С самых первых эксцентричных шагов упорная работа в области исследований и разработок привела к созданию «интеллектуальной сети объектов» [5], которая стала основой для сегодняшнего Интернета вещей.

Выводы. Идея объединения компьютеров, датчиков и сетей для отслеживания и контроля устройств витала в воздухе на протяжении десятилетий, однако недавнее слияние ключевых технологий и тенденции на рынке открыли новую

реальность «Интернета вещей». IoT обещает ввести нас в революционный, полностью интегрированный «умный» мир, где связь между предметами и их окружением, а также между предметами и людьми становится все теснее и теснее. Перспектива Интернета вещей как вездесущей сети устройств, привязанных к Интернету, может фундаментально изменить представления людей о том, что значит находиться в сети.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Machine to Machine // Wikipedia, the Free Encyclopedia, 20 августа 2015 г. – https://en.wikipedia.org/wiki/Machine_to_machine.
2. *Polsonetti Chantal*. Know the Difference Between IoT and M2M // Automation World, 15 июля 2014 г. – <http://www.automationworld.com/cloud-computing/know-difference-between-iot-and-m2m>.
3. The Internet Toaster // Living Internet, 7 января 2000 г., Интернет. 6 сентября 2015 г. – http://www.livinginternet.com/i/ia_myths_toast.htm
4. The “Only” Coke Machine on the Internet // Carnegie Mellon University Computer Science Department, n.d. Web. 6 сентября 2015 г. https://www.cs.cmu.edu/~coke/history_long.txt.
5. RFC 7452 // Architectural Considerations in Smart Object Networking (март 2015 г.). – <https://tools.ietf.org/html/rfc7452>.

Д.С. Мальков, О.Р. Норкин

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ БАНКОВСКОЙ СИСТЕМЫ ПОСРЕДСТВОМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АНТИФРОД-СИСТЕМЫ

Руководитель – к.т.н., доцент кафедры системного анализа и телекоммуникаций
О.Р. Норкин

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Ежедневно сотни и возможно даже тысячи людей тем или иным способом теряют приватность данных своих кредитных карт, которыми они расплачиваются за покупки или же просто производят денежные переводы и выводы. Это могут быть как мошенники, воспользовавшиеся наивностью и неопытностью человека и обманом получив его данные от карты фактически добровольно, различные недобросовестные магазины или же предоставляющие различные услуги заведения, которые перепродают полученные базы данных сторонним лицам, в конце концов, это может быть хитроумное программное оборудование, которое крепится к банкомату и его клавиатуре, после чего считывающее данные и сохраняющее его в отдельную базу данных, которые позже извлекают сторонние лица и также перепродают. Масштаб этой проблемы на самом деле хоть и не особо выделяется в обществе, но он довольно злободневен, ведь до тех пор, пока люди будут пользоваться электронными способами оплаты и просто своими кредитными картами, их данные будут продолжать добываться и уходить уже злоумышленникам, которые смогут воспользоваться их кровными средствами.

После того, как данные этой карты были получены, человек, обладающий ими, имеет возможность воспользоваться ими по прямому назначению и незаконно вывести средства на нужные ему счета, или же совершать покупки в интернет-магазинах, перепродавая таким образом фактически сворованные вещи. И таким образом, все эти транзакции так или иначе приходят прямиком в ответственный за карту банк, который или пропускает такой платеж, или же наоборот из-за возможных подозрительных действий блокирует его, что является прямой задачей банковской системы защиты.

Система, которая определяет законность или незаконность подобных переводов и платежей и называется антифрод системой [1, 5].

Ежедневно, на банк приходится миллионы платежей, совершенные пользователями, возможно их родственниками, детьми, или же наоборот недобросовестными личностями, выкравшими данные карты, и задачей антифрод-системы твердо стоит распознавание характера подобных операций, когда нужно пропустить операцию, когда нужна простая отмена и уведомление собственника, или же когда нужна полноценная блокировка и необходимость идти в банковское отделение и заниматься её восстановлением, попутно доказывая о причастности к данному переводу или же нет.

Работа банковской системы без наличия анти-фрод системы. Мануал – (с английского manual) означает, что для защиты информации задействованы напрямую физические возможности ручного управления информацией. Как понятно из выше сказанного, при данной методике напрямую используется работа оператора в банковском филиале, а также физические средства взаимодействия с клиентом, такие как телефон или посещение филиала в случае слишком больших трат, спорных операций или блокировки транзакции и карты.

То есть, при мануальном способе вся защита ложиться на взаимодействие банковской системы и клиента через посредников. Таким образом, при каждой операции владельцу будет приходиться соответствующее оповещение на личный мобильный телефон, а также будет предоставлена аутентификация различного уровня сложности в зависимости от степени риска транзакции или какого-либо действия (рис. 1).

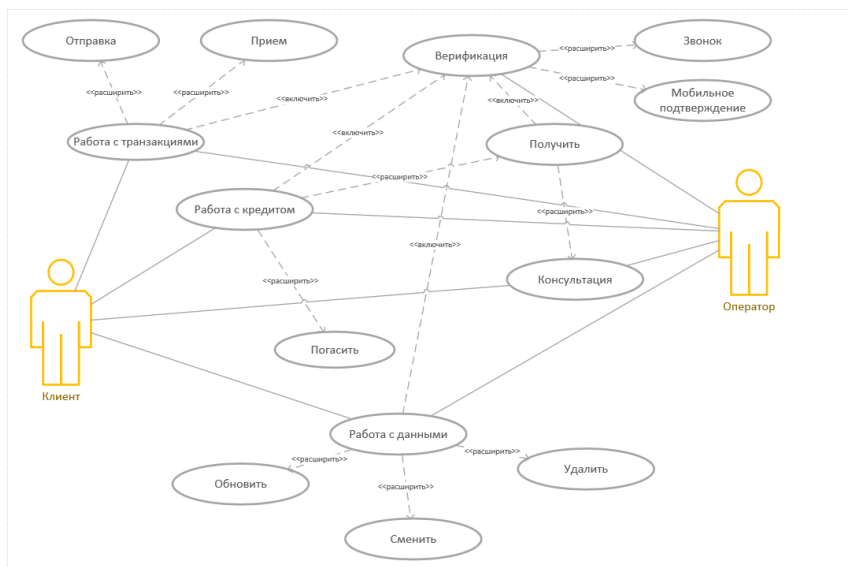


Рис. 1. Диаграмма вариантов использования мануальной системы защиты банка

Поскольку данная методика крайне проста в обращении, то ею пользуются большинство небольших или недавно открывшихся банковских филиалов, так как им проще нанять одного оператора, который будет в случае чего делать звонки или контролировать высылку сообщений и подтверждений.

Однако, ввиду своей простоты, мануальная система защиты имеет также множество недостатков, ведь хоть риск и сведен к максимально возможному минимуму, однако владельцам банковского счета в большинстве своём может пока-

заться крайне утомительным на каждую транзакцию проходить верификацию своей личности, то есть дожидаться сообщения или подтверждения от мобильного банка, получать звонок от оператора, а то и вовсе ехать подтверждать перевод. К тому же, на непосредственно самого оператора подобной системы ложиться просто огромный пласт рутинной работы, что может в какой-то момент повлиять на исход действительно мошеннической операции.

Работа банковской системы с наличием анти-фрод системы. Подобная защита позволяет банку быть уверенным в наблюдении за операциями клиентов круглосуточно, а также разрешать большинство не самых критичных спорных ситуаций, тем самым в разы облегчая жизнь как клиентам, так и лично работникам всего предприятия. То есть первичной функцией антифрод системы стоит формирование определенного представления типа пользователя, его логику действий, а также возможные исходы, которые позже будут выражены в различных транзакциях. После того, как его модель была сформирована и в течение долгого времени пользования была утверждена, система начинает просчитывать границы отклонений в данном типе, и таким образом формировать критерии, по которым будет позже считать насколько «фродовой» является та или иная транзакция, а также принимать соответствующие действия (рис. 2).

Как понятно из описания, это достаточно сложная система и в этом кроется как её самое большое достоинство, так и гигантский недостаток. Да, данная система выполняет огромное количество функций и замещает работу операторов, однако ввиду своей сложности, спроектировать и разработать её также представляет большую сложность. Каждая антифрод-система индивидуальна и разрабатывается в соответствии с масштабами и политикой банка, что требует инвестирования большого количества как денежных средств, так и времени на все, начиная от разработки и заканчивая интеграцией и калибровкой дальнейшей. К тому же, ввиду своей неидеальности, банку может потребоваться достаточно времени и потерянных средств, дабы вычленил возможности обхода мошенниками эту самую систему и исправить критическую неисправность.

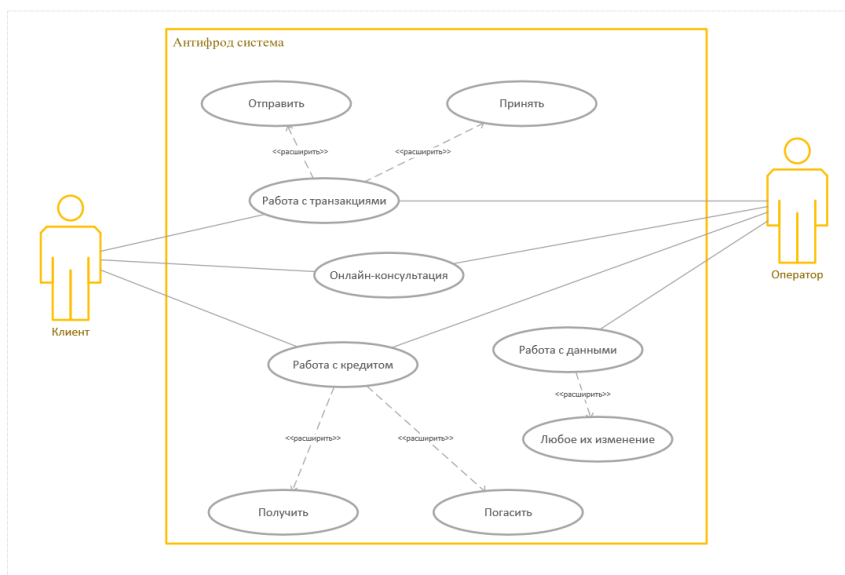


Рис. 2. Диаграмма вариантов использования системы защиты банка с наличием анти-фрод системы

Антифрод-системы современный и эффективный способ защиты банковских систем. Кроме того, законодательство РФ обязывает банки иметь их. Ежедневно антифрод-системы «фильтруют» больше миллиона транзакций, поэтому разработка новейших принципов и возможностей в этой области актуальна в практическом смысле и даёт интересный опыт разработки и создания прикладных информационных систем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Антифрод-системы: описание, особенности и принципы работы. – Режим доступа: URL: <http://antifrod-sistemuy-opisanie-osobennosti-i-printsip-raboty>.
2. Норкин О.Р., Парфенова С.С. Конфликты при проектировании информационных систем как следствие фактора неопределенности // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2014. – № 6 (155). – С. 164-167.
3. Норкин О.Р., Парфенова С.С., Ховансков С.А. Применение методов системного анализа в оценке сложных систем: монография. Депонирована в ВИНТИ № 356-B2013 от 10.12.2013.
4. Норкин О.Р., Парфенова С.С. Роль фактора неопределенности в системном анализе и его влияние на конфликты в проектировании систем // Информатика, вычислительная техника и инженерное образование. – 2013. – Вып. № 2 (13). – С. 1-4.
5. Обзор систем противодействия банковскому мошенничеству (антифрод). – URL: https://www.anti-malware.ru/analytics/Market_Analysis/anti-fraud-Bank-systems (дата обращения: 10.05.2020).

Д.С. Скороход

АНАЛИЗ И СРАВНЕНИЕ НЕСПЕЦИФИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Руководитель – доцент кафедры системного анализа и телекоммуникаций
С.А. Кучеров

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Данная статья имеет под собой изучить основные неспецифических, то есть не имеющие изначальной цели именно для данной области, средства с помощью которых может быть проведен образовательный процесс в высшем и среднем учебном учреждении, выявить основные плюсы и минусы использования данных средств в разных ситуациях.

Проблемы перехода из системного образования в дистанционное можно считать самыми значимыми для этого исследования, так как по факту они проводят ту грань различия между очным образованием и дистанционных, так как сокращение этой разницы приводит все к одному уровню который можно назвать как уровнем сходимости, нужно понимать в обозримом будущем нельзя достичь 100 % сходимости [1], пример данной зависимости можно увидеть на рис. 1.

Можно сказать, что большая часть зависит от перехода и избавления об этих проблем, так как технические проблемы, соотношения 60% и 40% нельзя назвать точно 100 % истинными в данной ситуации.

Несмотря на рост скорости интернета в целом в течении прошедшего десятилетия, для этого можно обратиться к закону Нильсона о скорости интернета который говорит тот факт, что скорость соединения каждый год увеличивается на 50% но при этом это происходит на 10 % меньше чем рост увеличения мощности процессора, что собственно создает 3 основные проблемы быстрого перехода некоторых персональных устройств в крайне высокой скорости передачи [2].



Рис. 1. График сближения

В первую очередь для такой задачи можно рассмотреть мессенджеры, корпоративные платформы и прочие системы имеющие функции видеоконференций, основной этап предоставления функции – это видеосвязь, при этом исходя из побочных и дополнительных элементов они различаются по разным параметрам.

Среди основных систем можно выделить:

- ◆ Zoom;
- ◆ Skype;
- ◆ Discord;
- ◆ Microsoft Teams;
- ◆ Google Hangouts.

Zoom. Zoom – это простой в использовании инструмент для создания видеоконференции, приглашения студентов или коллег, привлечения к участию и обмена ресурсами. С корпоративной лицензией университета на Zoom студенты, преподаватели и сотрудники могут получить доступ к нему бесплатно [3].

Среди его основных функциональных преимуществ можно выделить:

- ◆ Возможность использования на любом типе устройства и на любой операционной системе за счет версии браузера, причем разница функционального уровня данных версий не сильно различается и в основном входит в интерфейс и его расположение и сохранении информации о сеансе;
- ◆ Возможность поддержки до 500 слушателей одновременно на лекционном занятии;
- ◆ Простота использования и понятный интерфейс с поддержкой систем drag-n-drop;
- ◆ Возможность интеграции с некоторыми средствами дистанционного обучения и почтой Outlook;
- ◆ При этом существует система поднятия рук для того, чтобы избавиться от факта нарастания голосов внутри сессии.

В качестве недостатков можно выделить то, что использование некоторых внутренних средств, таких как электронные доски или же опросники несколько ограничено если бы эти технологии использовались как отдельное и полноценное приложение, но тогда пропадает возможность распределённой видеоконференции.

Skype. Skype – это телекоммуникационное прикладное программное обеспечение, которое специализируется на предоставлении видеочата и голосовых вызовов с разнообразных устройств [4].

Разница использования базовой версии и для бизнеса, так базовая ограничена 20 участниками конференции, а версия для бизнеса поддерживает участие до 250 участников и имеет доступ к электронной доске, и синхронизации и совместимости с другими проектами Office 365, кроме этого поставляется учет участников собрания и возможность сохранения записей и помещения их в архив.

Проприетарность выступает как главный минус данной системы, кроме этого, функции даже в продвинутой версии уступают определенным аналогам, но нужно отметить факт того, что уровень качества передачи изображения и аудио находится на высоком уровне.

Discord. Discord – Изначально созданное для индустрии компьютерных игр онлайн трансляции оных, ибо имеет разделение на каналы и комнаты, которые имеют как текстовую как и видео связь между участниками канала внутри сервера [5].

Возможно создание целых текстовых каналов которых нельзя изменять другим участникам.

Кроме этого, возможность установления уровней доступа к каналам и в целом определения ролей участников сервера для более удобной интеграции между ними.

В качестве минусов можно выделить факт того, что одновременно на видеотрансляции могут присутствовать только до 25 человек, причем даже при одной камере которая включена у одного из членов, то есть это крайне ограничивает лекционные занятия, кроме этого discord не имеет встроенных средств обратной связи и электронной доски и тем более других дополнительных средств для этого нужно использовать специальные плагины.

Microsoft Teams. Microsoft Teams – Можно обозначить как один из наиболее эффективных инструментов для дистанционного обучения, которые составляет основную конкуренцию с Zoom в этом плане, можно сказать что фактор того что это обеспечение смеет удобную интеграцию в другими продуктами Microsoft, кроме этого важным моментом является факт того что доступ к платной расширенной версии часто входит в комплект интеграции с другими приложениями по лицензиям обучающих учреждений [6].

В тоже время, не требующая лицензии, поддерживает собрание на 300 участников, в свою очередь полная версия позволяет участвовать неограниченному количеству человек:

- ◆ Запланированные встречи, на определенное время по коду и уровнем доступа;
- ◆ Записи данных встреч, которые после могут быть доступны с необходимыми кодами на Microsoft Stream;
- ◆ Телефонные звонки между участниками.

Кроме в состав Microsoft Teams уже входит возможность демонстрации экрана, а также возможность передачи управления нужно лицу собрания, также в наличии есть электронная доска, которая также может быть разделена между участниками и демонтироваться как вместе, так и отдельно.

Отличительной возможностью являются раздел задания, который позволяет настроить необходимые сроки, правила и балльную систему для индивидуальных и групповых работ.

Расширенная версия имеет удобный инструмент для планирования и оповещения студентов о предстоящих собраниях и заданиях, удобно реализованы как внутри команд, и входящих в них каналов.

Google Hangouts. Google Hangouts – это инструмент для связи Hangouts предоставляет возможность обмениваться мгновенными сообщениями с одним или несколькими учащимися [7].

Это синхронное общение позволяет практически мгновенно отвечать на вопросы при условии, что учитель отслеживает их уведомления для приложения и отвечает на них.

Кроме того, одним из основных преимуществ Google Hangouts в том, что этот продукт бесплатен и имеет интеграцию с другими инструментами Google.

Но при этом он также требователен к ресурсам и бесплатная версия ограничена всего 15 участниками.

Исходя из приведенных систем, можно сказать, что самыми популярными инструментами для связи в электронном обучении являются Zoom и Microsoft Teams.

Также важно отметить факт использования продвинутых версий всех систем и сравнить ценообразование в сравнении с функциональными особенностями, данный факт отражен табл. 1.

Таблица 1

Сравнение характеристик

Система	Цена	Важность лицензии
Zoom	На 100 пользователей \$149.90 в год	Низкая
Skype	2 \$ в месяц на каждого пользователя	Средняя
Discord	Полностью бесплатен	-
Microsoft Teams	5 \$ Долларов в месяц с пользователя (может входить в лицензию учреждения)	Высокая
Google Hangouts	8\$ в месяц с пользователя	Высокая

Заключение. В данной статье было проведено исследование популярных неспецифических средств, обеспечивающих в первую очередь голосовую и видео связь между преподавателем и обучающимися, в дополнении к этому были рассмотрены особенности данных средств, которые осуществляют помощь в проведении занятий и их контроле.

Исходя из анализа и сравнения средств можно сказать, что Microsoft Teams имеет максимальную эффективность в случае использования в ряде лицензии входящих в обязательную лицензию образовательного учреждения, а Эффективность Zoom повышается в случае использования без лицензии учреждения, так как его базовая версия уже оснащена нужными инструментами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Проблемы дистанционного обучения и способы их решения. – Режим доступа: <https://mega-talant.com/blog/4-problemy-distancionnogo-obucheniya-i-sposoby-ih-resheniya>, свободный. – Загл. С экрана. – Яз. рус., англ.
2. Оценка по эвристикам Якоба Нильсена: ограничения в методике при применении на практике. – Режим доступа: <https://medium.com/usetheics-dосоценка-по-эвристикам-якоба-нильсена-ограничения-в-методике-при-применении-на-практике--d37f473c0026>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
3. Kitishat A.R., K.H. Al Omar, M. Al Momani. The Covid-19 crisis and distance learning: E-teaching of language between reality and challenges. – Text: Electronic // Asian ESP Journal. – 2020. – Vol. 16, Iss. 51. – P. 316-326.
4. Herraiz-García F., Aberasturi-Apraiz E. Cooperative learning and teaching college experience. Narration based on Donostia-Barcelona breakfast. – Doi: 10.5209/rev_ARIS.2016.v28.n2.44512 – Text: Electronic // Arte, Individuo y Sociedad. – 2016. – Vol. 28, Iss. 2. – P. 201-214.
5. Teaching on Discord. – Режим доступа: <https://medium.com/@lskains/teaching-on-discord-a96b510986b>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. англ.

6. *Gintrowicz R., Pawloy K., Richter J.M. et al.* Can we adequately teach ethics and ethical decision making via distant learning? A pandemic pilot. – Doi: 10.3205/zma001373 – Text: Electronic // GMS Journal for Medical Education. – 2020. – Vol. 37, Iss. 7. – P. 1-7.
7. Distance Learning Using Google Tools. – Режим доступа: <https://blog.teacherspayteachers.com/distance-learning-using-google-tools>, свободный. – Загл. С экрана. – Яз. англ.

В.В. Торопов

ПРЕИМУЩЕСТВА DATA JPA В SPRING FRAMEWORK

Руководитель – к.т.н., доцент кафедры математики и информатики
Т.Н. Кондратьева

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону

Фреймворк (англ. Framework) – это некий набор библиотек, который облегчает разработку любых продуктов, в которых хранятся объекты, функции и другие данные, используемые программистом в работе [1]. Простыми словами фреймворки предоставляют некий уже готовый базовый каркас, благодаря которому не нужно тратить время на его создание и быстро, качественно создавать программный продукт.

Spring – самый популярный фреймворк для создания веб-приложения на языке Java. Но с годами Spring очень сильно вырос, он стал не одним конкретным фреймворком – это скорее стало названием для целого ряда небольших фреймворков, каждый из которых выполняет какую-то свою работу.

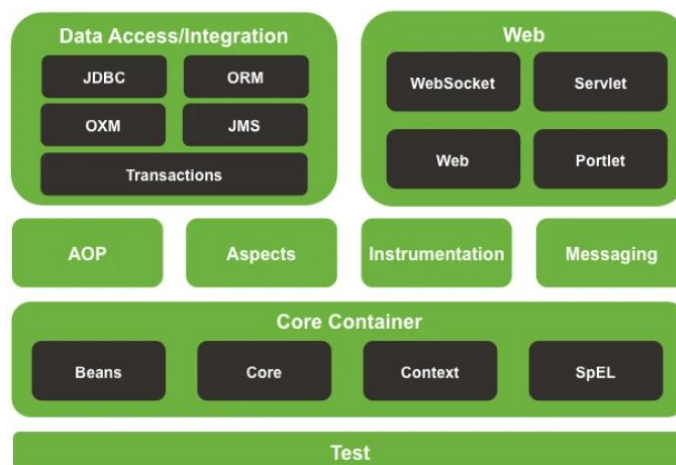


Рис. 1. Модули Spring Framework

Как видно из рис. 1, у Spring модульная структура. Это позволяет подключать только те модули, которые нужны для приложения. Каждый из модулей состоит в контейнерах, таких как: Core Container, Data Access/Integration, Web, Test, AOP, Aspects, Instrumentation, Messaging [2].

Наиболее часто востребованные в использовании это Core, Data, Web контейнеры. В данной статье разбирается один из контейнеров – Spring Data.

Для того чтобы приступить к созданию проекта с использованием Spring Data нужно в первую очередь разобраться, какие модули будут использоваться и раскрыть их понятия.

ORM или Object-Relational Mapping (рус. Объектно-реляционное отображение) – это технология программирования, которая позволяет преобразовывать несовместимые типы моделей в ООП. Простыми словами, это концепция того, что хорошо бы иметь такую возможность, чтобы записи из таблицы преобразовывались автоматически в объекты и наоборот.

JPA или Java Persistence API (рус. Постоянный Джава интерфейс прикладного программирования) – это спецификация, описывающая систему управления сохранением Java объектов в таблицы реляционных баз данных и обратно в удобном виде (ORM). Описание происходит через аннотации. Они позволяют реализациям JPA понять как связаны объекты с таблицами. Слово «Persistence» означает, что, покрывая аннотациями объекты, можно использовать их с разными базами данных и реализациями, не изменяя ничего в программном коде.

Нibernate – это одна из известных и лучших реализаций JPA, предназначенная для решения задач объектно-реляционного отображения. Простыми словами – это то, что реализует спецификацию JPA в которую входит концепция ORM, то есть именно он берет объекты и помещает в базу данных и наоборот автоматически, а помогают ему в этом аннотации.

Spring Data – это в первую очередь framework, то есть именно он дает возможность не создавать с нуля проект. Он позволяет создавать репозиторий в одну строчку и транзакции, используя аннотацию. Также он предоставляет простой интерфейс настройки базы данных и Hibernate [3].

Для работы в проекте необходимо установить следующие зависимости: org.springframework: spring-beans, org.springframework: spring-core, org.springframework: spring-context, org.springframework.data: spring-data-jpa, org.hibernate:hibernate-core, org.postgresql: postgresql. Это связано с тем, что стандартный пакет Java не содержит в себе библиотеки компонентов, перечисленные выше.

Краткое определение сущности зависимостей:

Spring beans – позволяет создавать бины, это обычные объекты классов, которые помещаются в DI контейнер. Благодаря чему не нужно создавать объекты, достаточно просто взять их у Spring framework.

Spring core – это как раз и есть тот самый контейнер DI Spring. Spring анализирует проект, находит в нем бины и их зависимости от других бинов, создает и помещает в DI контейнер все созданные им объекты.

Spring context – позволяет создавать контекст приложения, с его помощью можно обращаться к DI контейнеру и просить его вернуть нужный бин.

Spring Data JPA позволяет аннотировать объекты с помощью JPA, создавать репозитории в одну строчку, а также легко настраивать конфигурацию.

Нibernate – это скрытая реализация, которая помогает автоматически сохранять объекты в таблицы базы данных и наоборот доставать данные из таблицы и помещать в объекты.

Postgresql – это зависимость, позволяющая подключать базу данных к проекту.

Задачи построения программы: создать таблицу книг в базе данных, с помощью языка Java и Spring Framework, организовать легкое добавление объектов в базу.

В Postgresql создаем базу данных (db_book) и таблицу (books). Таблица будет содержать поля: book_id, author, book_name.

После создания таблицы можно переходить к написанию проекта на языке Java. Для обзорного проекта создадим директорию project в пути src/main/java. Начнем с создания класса книг, такие классы в Java принято называть POJO или Plain Old Java Object (рус. Старый добрый Джава-объект), потому что они имеют только поля, геттеры, сеттеры и конструкторы [4]. В директории project создадим класс с именем – Book (рис. 2).

```

@Entity
@Table(name = "books")
public class Book {
    @Id
    @GeneratedValue(strategy=GenerationType.IDENTITY)
    @Column(name = "book_id")
    private Long id;

    @Column(name = "author")
    private String author;

    @Column(name="book_name")
    private String bookName;

    public Book() {
    }

    public Book(String author, String bookName) {
        this.author = author;
        this.bookName = bookName;
    }
}

```

Рис. 2. POJO класс Book

Для компактности рисунка геттеры и сеттеры были опущены. Краткое определение аннотаций:

@Entity – таким образом Spring помечает класс как POJO для реализации концепции ORM.

@Table – указывает с какой таблицей в базе данных связан класс книг.

@Id – устанавливает поле виде первичного ключа.

@GenerateValue – при добавлении объекта в базу данных будет автоматически присвоен уникальный идентификатор.

@Column – атрибуты таблиц, с которыми устанавливается связь.

Создадим репозиторий, показывающий всю прелесть Spring Data. Для этого в директорию project добавим интерфейс BookRepository (рис. 3).

```

@Repository("daoBook")
public interface BookRepository extends CrudRepository<Book,Long> {
}

```

Рис. 3. Репозиторий для CRUD операций с книгами

Вот и весь репозиторий, всего лишь одна строчка с аннотацией. Без использования Spring Framework пришлось бы создавать вручную CRUD операции, а это бы заняло время и сотни строк кода.

Аннотация @Repository нужна для Спринга, чтобы он, просканировав проект, увидел репозиторий и создал его бин. В скобках указываем имя бина, по которому будем его получать.

CrudRepository – реализация интерфейса, для него устанавливаем какого типа будет объект и его ID. Spring увидит наследование и через проксирование позволит пользоваться базовыми операциями над объектом: сохранить и обновить в базе данных, получить и удалить из базы данных.

Последний нашим этапом будет создание конфигурации (настройка проекта), создадим класс AppConfig в директории project (рис. 4).

```

@Configuration
@EnableJpaRepositories(basePackageClasses = BookRepository.class)
@EnableTransactionManagement
public class AppConfig {
    @Bean
    public DataSource dataSource() {
        DriverManagerDataSource dataSource = new DriverManagerDataSource();
        dataSource.setDriverClassName("org.postgresql.Driver");
        dataSource.setUrl("jdbc:postgresql://localhost:5432/db_book");
        dataSource.setUsername("postgres"); dataSource.setPassword("webook");
        return dataSource;
    }

    @Bean
    public LocalContainerEntityManagerFactoryBean entityManagerFactory() {
        LocalContainerEntityManagerFactoryBean em = new LocalContainerEntityManagerFactoryBean();
        em.setDataSource(dataSource());
        em.setPersistenceProviderClass(HibernatePersistenceProvider.class);
        em.setPackagesToScan("project");
        Properties properties = new Properties();
        new Properties().put("db.hibernate.dialect", "org.hibernate.dialect.PostgreSQLDialect");
        em.setJpaProperties(properties);
        return em;
    }

    @Bean
    public JpaTransactionManager transactionManager() {
        JpaTransactionManager transactionManager = new JpaTransactionManager();
        transactionManager.setEntityManagerFactory(entityManagerFactory().getObject());
        return transactionManager;
    }
}

```

Рис. 4. Настройка конфигурации

Это конфигурация Spring Data, отсюда Spring Framework будет брать данные как именно нужно запускать и обрабатывать наш проект.

`@Configuration` – помечает класс как конфигурацию проекта, в которой создаются бины.

`@EnableJpaRepositories` – указывает какие классы являются репозиториями.

`@EnableTransactionManagement` – подключает к проекту добавление блока обработки транзакций при каждом выполнении CRUD операций.

`@Bean` – помечает методы, которые возвращают бины, а Spring добавляет их в DI контейнер.

`dataSource()` – этот метод будет возвращать бин базы данных, в нем указываются настройки: драйвер для подключения к базе данных, URL по которому будет идти соединение, логин и пароль от нашей базы данных.

`entityManagerFactory()` – этот метод возвращает бин Hibernate, в нем указаны настройки: к какой базе данных отправлять объект, где лежат POJO классы, какую именно реализацию JPA использовать и его диалект.

`transactionManager()` – эта функция использует бины прошлых двух методов, для настройки транзакций. Именно этот бин будет использовать Spring Data для подстановки блока транзакций к методам CRUD операциям.

На этом все этапы разработки проекта закончены, осталось только проверить работоспособность кода. Для этого создадим новый класс Main все в той же директории project. Для запуска программы нужно создать объект ApplicationContext (контекст приложения), попросить у него бин репозитория и с помощью метода save сохранить книгу в базу данных (рис. 5).

```
public class Main {
    public static void main(String[] args) {
        ApplicationContext context = new AnnotationConfigApplicationContext(AppConfig.class);
        BookRepository dao = context.getBean("daoBook", BookRepository.class);
        dao.save(new Book(author: "Жульверн", bookName: "Таинственный остров"));
    }
}
```

Рис. 5. Запуск программы и добавление новой книги в базу данных

Такой короткий проект был создан для взаимодействия базы данных с помощью языка Java и Spring Framework. Если не использовать Spring, пришлось бы использовать JDBC стандарт взаимодействия с базой данных, такой подход заставляет реализовывать самому CRUD операции, блоки транзакций и контролировать сессии соединений с базой данных.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Байдыбеков А.А., Гильванов Р.Г., Молодкин И.А. Современные фреймворки для разработки web-приложений // Интеллектуальные технологии на транспорте. – 2020. – № 4 (24). – С. 23-29.
2. Макарова О.В., Машанин А.С., Ястребков А.С. Обзор компонентов Spring Framework для разработки микросервисных приложений // Наука настоящего и будущего. – 2020. – Т. 1. – С. 179-182.
3. Козмина Ю., Харрон Р., Шефер К., Хо К. Spring 5 для профессионалов. – М.: Вильямс, 2019. – С. 879-900.
4. Чулин К.В., Белов Ю.С., Гришунов С.С. Преимущества и недостатки фреймворков для разработки веб-приложений в целях цифровизации экономики // Научное обозрение. Технические науки. – 2020. – № 6. – С. 58-63.

А.С. Маньч

КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВЗВЕШИВАНИЯ СЫПУЧИХ ГРУЗОВ

Руководитель – доцент, к.т.н., доцент кафедры систем автоматического управления Е.В. Заргарян

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Устройства преобразования, хранения, распределения и выдачи информации входят, как правило, в состав модулей программируемых контроллеров, в частности необходимых для проектирования систем измерения и регулирования сыпучего сырья. В технологических агрегатах и комплексах используются разнообразные устройства, предназначенные для получения информации. Имеются следующие тенденции развития таких устройств [1–4]:

- ♦ расширяющееся применение датчиков для контроля электромагнитных, механических и технологических переменных, качества изделий;
- ♦ стремление к использованию методов прямого измерения контролируемых переменных и установке датчиков в непосредственной близости от исполнительных органов рабочей машины;
- ♦ применение датчиков для контроля состояния электротехнического, механического и технологического оборудования; использование информации для диагностирования и оповещения операторов через компьютерные системы управления о состоянии оборудования.

В качестве основных контрольно-измерительных средств применяются датчики, непосредственно воспринимающие изменения контролируемого параметра и преобразующие эти изменения в механические или электрические сигналы.

Датчики оцениваются по точности, линейности и разрешающей способности, частотной характеристике, характеристике шума, входному и выходному импедансу (полному сопротивлению) и др. По структуре построения в зависимости от способа соединения элементов датчики могут быть с последовательным преобразованием, дифференциальные и компенсационные.

По физическому принципу действия чувствительного элемента все существующие датчики можно разделить на:

- ◆ фотозлектрические (оптоэлектронные), использующие эффект периодического изменения освещенности (датчики снабжаются каналом нулевого импульса - началом отсчета, что дает возможность при наличии счетчика использовать датчик не только для регулирования скорости, но и как датчик положения);

- ◆ электростатические – емкостные (основанные на эффекте периодического изменения емкости) и пьезоэлектрические (основанные на эффекте возникновения электрического заряда на поверхности некоторых материалов в момент деформации);

- ◆ электромагнитные (использующие, например, эффект периодического изменения индуктивности или взаимоиндуктивности);

- ◆ электроакустические (основанные, например, на эффекте изменения энергии поверхностной акустической волны);

- ◆ реостатные (использующие эффект линейного изменения сопротивления);

- ◆ лазерные (интерферометрические).

Сравнительный анализ перечисленных датчиков показывает, что, например, электростатические, в частности емкостные, датчики обладают высокой чувствительностью и добротностью, малой нелинейностью характеристики, малыми тепловыми потерями. Однако широкое распространение емкостных датчиков ограничено большим выходным сопротивлением, необходимостью жесткой герметизации, трудностью исключения влияния паразитных емкостей.

Тахогенераторы постоянного тока серии ПТ и переменного тока серии ТТ применяются в регулируемых электроприводах средней и большой мощности при невысокой точности регулирования скорости. Они обладают низкими оборотными и полюсными пульсациями и высокой линейностью и стабильностью характеристик. Тахогенераторы серий ПТ и ТТ имеют значительные размеры и массу, используются в основном как датчики скорости в мощных приводах прокатных станов, агрегатов бумажной, химической промышленности и как датчики скорости мощных турбоагрегатов.

Для приводов средней мощности, не требующих высокой точности регулирования скорости, используются тахогенераторы постоянного тока серий ЭТ, ТМГ, ТД.

Тахогенераторы серий ПТ и ТТ предназначены для работы в запыленных помещениях в условиях умеренного и тропического климата. Тахогенераторы ПТ производят в закрытом исполнении с естественным охлаждением. По способу монтажа тахогенераторы имеют фланцевое исполнение со станиной без лап.

Для станочного привода используются тахогенераторы серии МЭТ, обладающие малой асимметрией и нелинейностью характеристик.

В комплектных электроприводах используются встроенные тахогенераторы, размещенные на одном валу с двигателем, при этом кроме указанных серий тахогенераторов используются машины типа СЛ.

Датчики усилия. В этих датчиках применяют магнитострикционные и пьезоэлектрические преобразователи.

Датчики деформаций. В качестве этих датчиков применяют тензорезисторные преобразователи (металлические, проволочные, полупроводниковые и др.).

Акселерометры. Эти приборы, представляющие собой измерители ускорения, широко применяются в промышленности при оценке чувствительности изделий к ударам и вибрациям. В последнее время буферные и емкостные преобразователи, использовавшиеся в этих измерителях, заменяют пьезоэлектрическими датчиками.

Датчики технологических переменных. Датчики температуры. Выбор типа датчика температуры в основном определяется диапазоном изменения измеряемой температуры и условиями эксплуатации. Для измерения температуры используют терморезисторы, термосопротивления, полупроводниковые датчики и пирометры.

Датчики давления и расходомеры. Разработаны бесконтактные тензометры – приборы, обеспечивающие существенное увеличение погрешности и стабильности и имеющие типовую погрешность 0,5 % полной измерительной шкалы. Их уровень выходного напряжения находится в милливольтном диапазоне, поэтому после прибора обычно ставят предусилитель.

К датчикам технологических переменных относятся также датчики толщины полосового материала (металла, бумаги, пластика и др.), влажности материала, массы и других переменных.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кирколул Е.Р., Харламов И.В., Шайдук. А.М. Оценка влияния смещений сыпучих материалов на изменение осевых нагрузок, возникающих при кинематическом воздействии в процессе грузоперевозок // Ползуновский альманах. – 2018. – № 1. – С. 101-108.
2. Кирколул Е.Р., Харламов И.В., Шайдук. А.М. Оценка влияния смещений сыпучих материалов на изменение осевых нагрузок, возникающих при кинематическом воздействии в процессе грузоперевозок // Ползуновский альманах. – 2018. – № 1. – С. 101-108.
3. Рой Ю.В., Заргарян Е.В. Технологический процесс системы управления блока сепарации установки комплексной подготовки нефти // Вестник молодёжной науки России. – 2020. – Вып. № 1. – ISSN 2658 – 7505.
4. Аюнджанян Ж.Ж., Заргарян Е.В. Сравнение видов термопластавтоматов для переработки изделий из abs-пластика и изготовления пластиковой нити для 3d-принтера // Вестник молодёжной науки России. – 2021. – Вып. № 1. – ISSN 2658 – 7505.

П.Ю. Чудинов, О.Р. Норкин

СОВЕТУЮЩАЯ СИСТЕМА «ПРИЗЫВНАЯ КОМИССИЯ» НА ОСНОВЕ ОНТОЛОГИЧЕСКОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ

Руководитель – к.т.н., доцент кафедры системного анализа и телекоммуникаций
О.Р. Норкин

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Введение. Онтологии предметной области в настоящее время широко применяются в области построения поисковых систем, систем представления знаний, инженерии знаний и при решении задач семантической интеграции информационных ресурсов. По определению Тома Грубера [1], впервые применившего это понятие в области информационных технологий, онтология – это "спецификация концептуализации". Концептуализация, связанная с введением абстрактных объектов и понятий для описания мира – это абстрактный, упрощенный взгляд на мир, который мы хотим представить.

Цель исследования. Применив системный подход к построению информационных систем [2–4], было принято решение о разработке интеллектуальной советующей системы, основанной на базе знаний об исследуемой предметной области.

Рассмотрена предметная область призывной комиссии военкомата, занимающейся анализом разнородных данных о призывниках. Комиссия, проанализировав эти данные, должна принять решения относительно пригодности призывника к воинской службе. Однако, из-за разнородности данных и запутанного законодательства, нередко случаются ошибки в сопоставлении различных данных, а соответственно и в принимаемом решении [5–8].

Поскольку все военкоматы должны проводить одинаковую процедуру сбора и анализа данных, соблюдая при этом действующее законодательство, было предложено сформировать онтологическое представление знаний исследуемой предметной области. Такой подход заключается в построении графа, состоящего из сущностей, отражающих значимые при анализе данные, а также связей между этими сущностями, показывающими их иерархию.

Для того, чтобы использовать онтологию в качестве основы для советующей системы, также необходимо будет описать в виде правил влияние совокупности значений тех или иных переменных на выводимые рекомендации [9–10].

ПО для построения онтологий. Для создания онтологического графа необходима программная платформа, которая позволит не только построить онтологический граф, но и обеспечить возможность логического вывода на онтологии. В табл. 1 приведено сравнение трёх наиболее популярных инструментов для построения онтологий.

Таблица 1

Сравнение ПО для построения онтологий

Характеристики	Protégé	Swoop	OntoStudio
Доступность	Открытое ПО	Открытое ПО	Лицензионное ПО
Библиотека онтологий	Да	Нет	Да
Графический вид	Да	Да	Да
Плагины	Да	Да	Да
Механизм лог. вывода	PAL	Нет	OntoBroker

Для реализации онтологии был выбран программная платформа Protégé. Protégé, на текущий момент, является одним из самых популярных инструментов разработки онтологий, который продолжает свой активное развитие благодаря активной пользовательской базе. Важным фактором является поддержка языка правил семантической паутины (SWRL), который необходим для последующей разработки проекта.

Онтология призывной комиссии военкомата. На данном этапе исследования представлена предварительная версия создаваемой онтологии.

В разрабатываемой онтологии «Призывная комиссия» были выделены три основные ветви (рис. 1–3):

- ◆ анкетные данные;
- ◆ медицинская комиссия;
- ◆ психологический опросник.

Каждая из этих ветвей содержит соответствующие ей данные и отражает иерархию связей между ними.

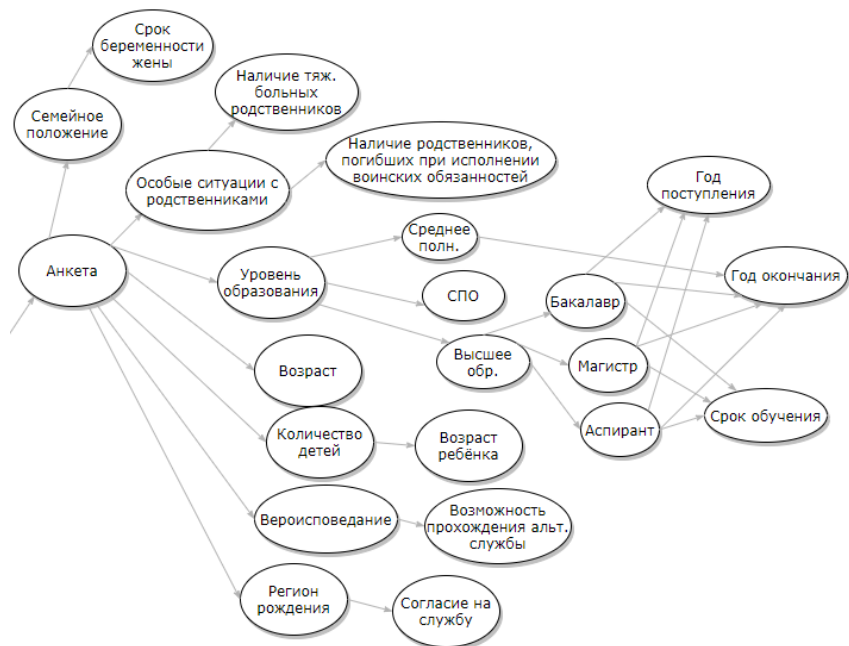


Рис. 1. Онтология призывной комиссии военкомата.
Ветка «Анкетные данные»

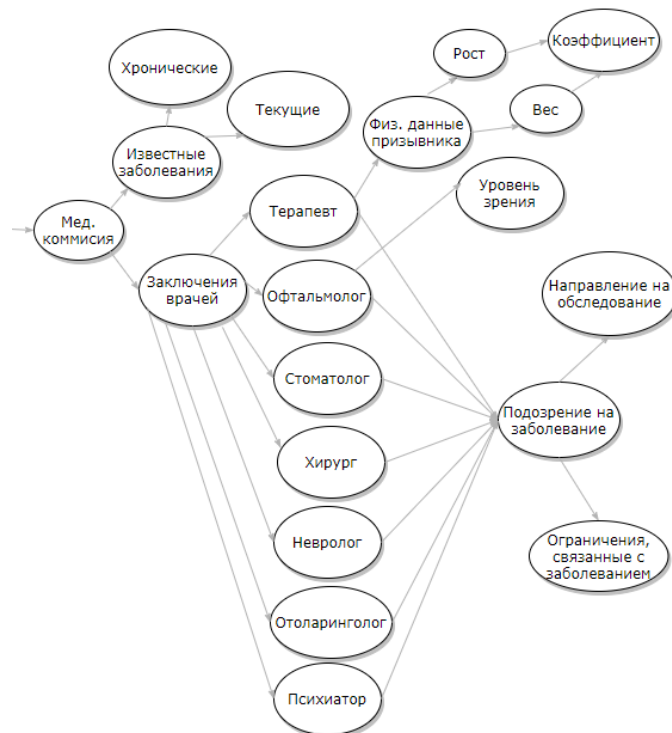


Рис. 2. Онтология призывной комиссии военкомата.
Ветка «Медицинская комиссия»



Рис. 3. Онтология призывной комиссии военкомата.
Ветка «Психологический опросник»

Структура советующей системы. На рис. 4 представлена модульная структура разрабатываемой советующей системы. Через интерфейс ввода входных данных система получает от пользователей большую часть данных, необходимых для проверки. Пользователями могут являться призывник, член медкомиссии или работник военкомата. База знаний в разрабатываемой системе будет представляться в виде онтологии и правил, используемых для описания логики формирования рекомендаций.

Входные данные поступают в модуль проверки правил, в котором происходит поиск правил, которые выполняются на передаваемых входных данных. Сработавшие правила поступают в модуль логического вывода, где среди выводов, соответствующих этим правилам, отбираются наиболее приоритетные. Отобранные выводы формируют рекомендацию относительно принятия дальнейших мер по работе с призывником, выводимую через специально предназначенный для этого интерфейс.

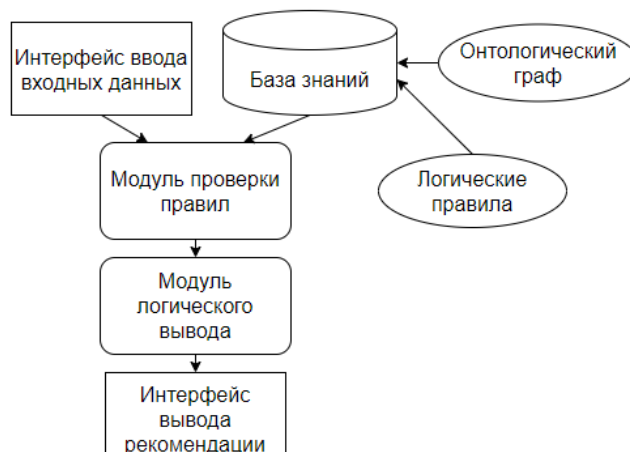


Рис. 4. Структура советующей системы «Призывная комиссия»

Ниже, в виде логических выражений, приведены примеры некоторых правил для ветки «Анкетные данные».

◆ **ЕСЛИ** ((Возраст \geq 27) **ИЛИ** ((Уровень образования = Аспирантура) **И** (Год окончания \leq Текущий год)) **ТО** [Выдать военный билет]

◆ **ЕСЛИ** (((Уровень образования = Бакалавриат) **ИЛИ** (Уровень образования = Магистратура) **ИЛИ** (Уровень образования = Аспирантура)) **И** (Год поступления = Год окончания предыдущего уровня образования)) **ТО** [Предоставить отсрочку на Срок обучения]

◆ **ЕСЛИ** (((Семейное положение = женат) **И** (Количество детей = 1) **И** (Срок беременности \geq 22 недель)) **ИЛИ** (Количество детей \geq 2) **ИЛИ** ((Семейное положение = вдовец) **И** (Количество детей \geq 1)) **ИЛИ** (Наличие тяжелобольных родственников = Да)) **ТО** [Временно освободить от призыва по семейным обстоятельствам]

Заключение. На данный момент составлен предварительный онтологический граф исследуемой предметной области. Дальнейшее исследование этой темы подразумевает развитие онтологии, перенос её на язык OWL и обеспечение логического вывода на ее основе. Логический вывод будет осуществляться на платформе Protégé на основании описания на языке SWRL правил, отражающих влияние совокупности значений тех или иных переменных на выводимые рекомендации для членов призывной комиссии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Gruber T. The role of common ontology in achieving sharable, reusable knowledge bases // Second International Conference on Principles of Knowledge Representation and Reasoning, 1991. – P. 601-602.
2. Норкин О.Р., Парфенова С.С. Конфликты при проектировании информационных систем как следствие фактора неопределенности // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2014. – № 6 (155). – С. 164-167.
3. Норкин О.Р., Парфенова С.С. Подбор персонала на основе структурного анализа и задачи о назначениях // LAP Lambert Academic Publishing GmbH & Co, Saarbrücken, Germany, 2017. – P. 69. – ISBN 978-3-330-03280-4.
4. Норкин О.Р., Парфенова С.С. Сборочная технология разработки распределенного ПО // LAP Lambert Academic Publishing GmbH & Co, Saarbrücken, Germany, 2017. – P. 81. – ISBN 978-620-2-08112-2.
5. Бородаев В.А., Норкин О.Р., Парфенова С.С. Разработка алгоритма сегментации сотрудников для формирования проектных команд на базе анализа данных // Матер. X МНТК «Технические разработки информационных систем ТРИС-2020». – Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2020. – С. 160-167.
6. Норкин О.Р., Парфенова С.С. Онтологическое проектирование информационно-программных систем // Матер. IX МНТК «Технологии разработки информационных систем ТРИС-2019». – Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2019. – Т. 1. – С. 177-181.
7. Норкин О.Р., Парфенова С.С. Data Mining в прогнозировании способностей абитуриентов // Сб. статей МНПК «Инновационные технологии и дидактика в обучении». – Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2018. – Т. 2. – С. 51-55.
8. Норкин О.Р., Парфенова С.С., Кузьмина М.А. Знания предметной области и интеллектуальная поддержка получения распределенного ПО // Матер. VII МНПК «Технологии разработки информационных систем. ТРИС 2016». – Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2016. – Т. 2. – С. 17-22.
9. Норкин О.Р., Буденская Е.В. Концептуально-онтологическое представление предметной области распределённых вычислений // Информатизация и связь. – 2016. – № 3. – С. 138-142.
10. Норкин О.Р., Библев Д.В. Применение мультиагентной интеллектуальной технологии в работе с информацией // Сб. ст. II Всерос. НТК «Фундаментальные и прикладные аспекты компьютерных технологий и информационной безопасности». – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2016. – С. 321-324.

А.В. Дрей, С.С. Парфенова

**СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В СРЕДЕ
ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ANYLOGIC
НА ПРИМЕРЕ СТАНЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ**

Руководитель – старший преподаватель кафедры системного анализа
и телекоммуникаций С.С. Парфенова

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Станции технического обслуживания автомобилей (СТО) являются неотъемлемой частью жизни современного человека. Станции необходимы для выполнения ряда важнейших функций, их спектр варьируется от обычного технического осмотра, для выявления неисправностей ТС, заканчивая реставрацией и восстановлением машин, включающим в себя сложный ремонт. Владение подобным предприятием заставляет владельцев сталкиваться с различными проблемами, например, нехватка мест для обслуживания клиентов, большие очереди в связи с чем увеличивается нагрузка на сотрудников и т.д.

Чтобы решить существующие проблемы, будет рассмотрен автомобильный сервисный центр, который состоит из следующих пунктов:

1. Пункты технического осмотра (ПТО).
2. Пункты ремонта и обслуживания (ПРО).

Целью технического осмотра является проверка состояния отдельных элементов автомобиля. В ПТО работает бригада из двух квалифицированных специалистов. Прибывающие автомобили в первую очередь должны пройти диагностику, после чего отправляются на обслуживание в один из боксов, в случае, если клиента не устраивает время ожидания своей очереди или другие условия, он может покинуть сервис. В ПРО работает 2 бригады из четырех квалифицированных специалистов. В каждый бокс помещается по 1 автомобилю.

Для решения вышеуказанных проблем, в качестве средства имитационного моделирования, было принято решение использовать AnyLogic [1, 2]. Основная цель моделирования – получение результатов анализа при различных значениях показателей эффективности работы станции технического обслуживания. При проведении анализа используются различные показатели интенсивности прибытия автомобилей. Так же необходимо, чтобы модель предусматривала возможность получения статистических данных по следующим показателям:

- ◆ для каждого функционального подразделения сбор данных по времени нахождения автомобилей в очереди на обслуживание,
- ◆ средняя длина очереди и время обслуживания;
- ◆ коэффициент нагрузки работников;
- ◆ количество обслуженных и необслуженных автомобилей и т.д.

Также необходимо обеспечить возможность поиска оптимальных значений для перечисленных параметров.

В первую очередь, необходимо создать модель, в которой будем рассматривать обслуживание автомобилей на СТО. Модель AnyLogic основывается на компонентах «Агент». В данном случае одним из агентов будет являться Main, в котором расположится схема СТО и укажутся процессы потоков клиентов.

Для установления динамики процессов необходимо создать диаграмму из блоков библиотеки моделирования процессов. Каждый блок выполняет закрепленные за ним функции, которые будут осуществляться над агентами.

За счет добавления соответствующих объектов из библиотеки, установки связи, определения свойств объектов строится диаграмма процесса в AnyLogic. Свойства объектов устанавливаются в зависимости от требований, предъявленных к модели (рис. 1).

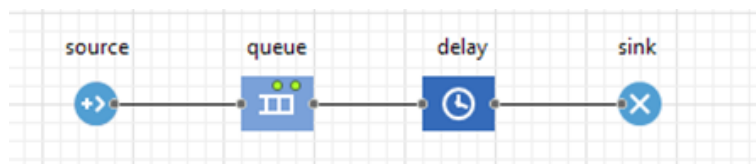


Рис. 1. Диаграмма процессов обслуживания

Агенты определенного типа создаются при помощи объекта «Source», который выступает в роли начальной точки диаграммы процесса. В нашей модели агентами являются посетители СТО, а объект «Source» будет моделировать приход посетителей. Объект «Queue» необходим для имитации/визуализации очереди. В нашем случае он будет моделировать очередь клиентов. Объект «Delay» задерживает агента на установленный промежуток времени. Этот промежуток может устанавливаться как в диапазоне, так и генерироваться случайным образом. Благодаря этому мы отобразим в модели боксы, в которых клиенты обслуживают автомобили. Объект «Sink» необходим для уничтожения агентов, который используется в качестве конечной точки потока агентов.

Далее разметим пространство для нашей модели СТО, где будет проходить ожидание автомобилей клиентов (парковка), а также обслуживание (боксы). Для этого необходимо нарисовать прямоугольный узел, в котором с помощью аттрактора укажем точное местоположение объектов (рис. 2).

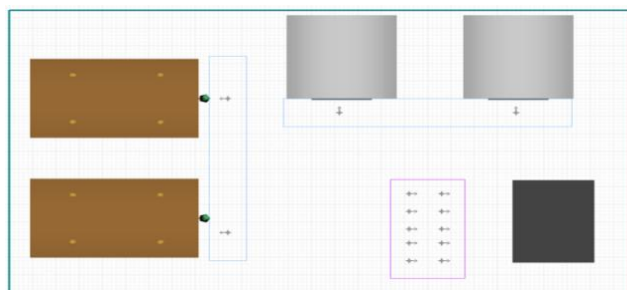


Рис. 2. Разметка пространства

Для задания фигуры клиента СТО создаем новый тип агента, для этого перенесем элемент «Тип агента» из палитры библиотеки моделирования на рабочее пространство модели (рис. 3).

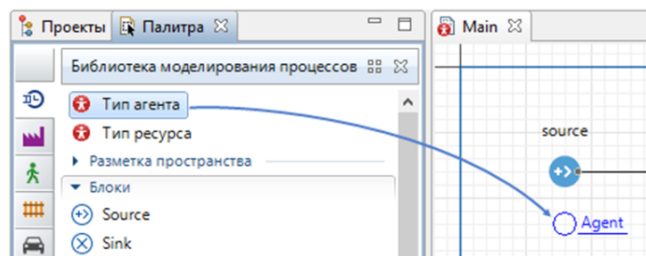


Рис. 3. Добавление агента

Откроеется диалоговое окно Мастера создания агентов. Введем имя и выберем 3D анимацию для нашего агента. Затем привяжем агента к нашему ресурсу Авто. После всей доработки структуры она примет следующий вид (рис. 4).

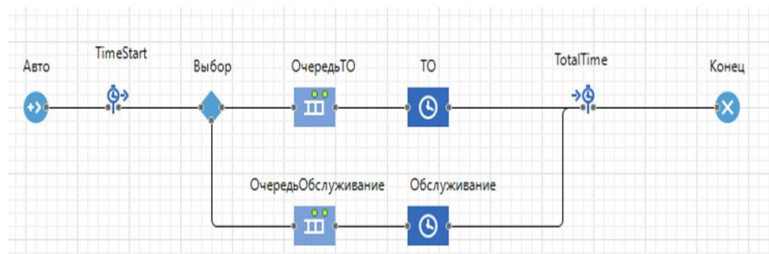


Рис. 4. Окончательный вид модели

Также AnyLogic позволяет использовать 3D анимацию для визуализации происходящих процессов (рис. 5).

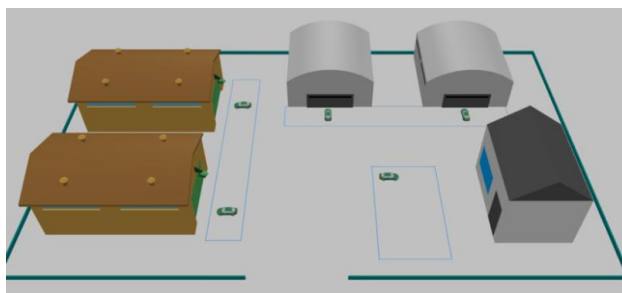


Рис. 5. 3D модель

Для решения проблемы СТО необходимо использовать системный анализ [3, 4] и данные процессов. AnyLogic имеет возможность применения средств сбора статистики выходных данных каждого из блоков диаграммы процесса [5–8]. Мы можем, например, просмотреть интересующую нас статистику процессов работы СТО: время ожидания, занятость боксов, длину очереди и т.д. В результате серии запусков модели при различных значениях параметра транспортных средств в час (ТС/час) получили данные, которые приводятся в табл. 1.

Таблица 1

Итоги моделирования

Показатели эффективности		Пиковое значение интенсивности, ТС/час					
		1	3	5	7	9	11
Технические характеристики СТО	Время обслуживания	0.665	0.693	0.653	0.677	0.659	0.640
	Времени ожидания	0	0.222	0.304	0.310	0.325	0.332
	Коэффициент загрузки работников	0.183	0.388	0.499	0.581	0.711	0.721
	Средняя длина очереди	0	0.156	0.217	0.287	0.509	0.491
	Максимальная длина очереди	0	4	5	5	6	6
	Количество обслуженных автомобилей	36	100	248	260	310	326

После проведения имитационного моделирования можно прийти к выводу о том, что наиболее оптимальным потоком автомобилей для работы СТО будет 7 ТС/час. Данный поток позволит своевременно обслуживать автомобили и не перегружать сотрудников, что в свою очередь повлечет за собой возможность дальнейшего развития СТО.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. <https://www.anylogic.ru/>.
2. *Норкин О.Р., Парфенова С.С.* Учебно-методическое пособие по дисциплине «Бизнес-аналитика» № 5855 ББК 32.973-018. – Таганрог: Изд-во ИТА ЮФУ, 2019. – 72 с.
3. *Норкин О.Р., Парфенова С.С., Ховансков С.А.* Практика применения системного подхода в оценке сложных систем // LAP Lambert Academic Publishing GmbH & Co, Saarbrücken, Germany, – ISBN 978-3-659-39812-4, 2015.
4. *Норкин О.Р., Парфенова С.С.* Конфликты при проектировании информационных систем как следствие фактора неопределенности // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2014. – № 6 (155). – С. 164-167.
5. *Norkin O.R., Parfenova S.S.* APPLYING ANYLOGIC TO DISCIPLINES WHERE BUSINESS PROCESSES NEED TO BE STUDIED, MODELED AND OPTIMIZED // Information Innovative Technologies: Materials of the International scientific-practical conference // Ed. Uvaysov S.U., Ivanov I.A. – М.: Association of graduates and employees of AFEA named after prof. Zhukovsky, 2020. – 332 p. – P. 17-24.
6. *Норкин О.Р., Буденская Е.В.* Концептуально-онтологическое представление предметной области распределённых вычислений // Информатизация и связь. – 2016. – № 3. – С. 138-142.
7. *Библев Д.В., Норкин О.Р.* Применение мультиагентной интеллектуальной технологии в работе с информацией // Сб. ст. II Всерос. науч.-тех. конф. «Фундаментальные и прикладные аспекты компьютерных технологий и информационной безопасности». – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2016. – С. 321-324.
8. *Norkin O.R., Parfenova S.S., Nemchenko M.A.* Application of the graphical environment of imitating modelling of SimuLink in the theory of systems and the system analysis // INNOVATIVE TECHNOLOGIES AND DIDACTICS IN TEACHING (ITDT-2016): materials of international conference. – Berlin: MVB Marketing- und Verlagservice des Buchhandels GmbH, 2016. – P. 100-105.

К.А. Батенков, Ю.А. Мелихова, И.А. Сайтов

МОДЕЛЬ КАЧЕСТВА В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯХ, УЧИТЫВАЮЩАЯ КОНЕЧНУЮ ФОРМУ ОФЕРТЫ

*Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации, г. Орёл,
Юго-Западный Государственный Университет, г. Курск*

Согласно модели предложений телекоммуникационных услуг предложения (оферты) включают в себя несколько составляющих [1]:

- ◆ доставка самой услуги:
 - все элементы услуги, включенные в договор, а также их функциональные и нефункциональные аспекты (функциональные аспекты включают в себя все подписанные функциональные возможности, содержащиеся в предложении, а нефункциональные – качество обслуживания (поведение);
 - доступ к телекоммуникационной сети (доступ может быть предоставлен поставщиком, отличным от поставщика услуг).

- ◆ дополнительные возможности, необходимые для управления услугой:
 - информация о сервисе;
 - внедрение и настройка;
 - обновления аппаратного и программного обеспечения;
 - документация;
 - служба поддержки;
 - обработка отказов в обслуживании (ремонт и приведение в рабочее состояние);
 - статистика по эксплуатации и трафику;
 - тарификация и выставление счетов;
 - другое.

Таким образом, требования к уровню обслуживания (SLO) определяются для всего периода взаимоотношений с клиентами от получения предварительной информации до прекращения пользования. Пользователи обычно ожидают различного уровня обслуживания (производительности).

Модель предложений телекоммуникационных услуг основывается на техническом отчете ETSI ETR 003 [3] и рекомендации ITU-T G.1000 [4], описывающих методологию для учета требований пользователей к качеству [1].

При формализации требований пользователей объем обрабатываемой информации является ключевым параметром, и для полного понимания между пользователями и поставщиками целесообразно анализировать пропускную способность. Например, в профессиональном контексте поставщику крайне важно знать максимум скорости доставки информации.

Пропускная способность (capacity) – способность элемента удовлетворять потребности заданного объема при определенных условиях.

Вместо быстродействия, задаваемого ключевым показателем качества (KQI), используется время.

Время (time) – указатель момента времени (времени суток) или мера временного интервала [2]. В данной модели этот термин используется в смысле интервала времени предоставления услуги [1].

Точность заменена на целостность для акцента на сохранность информационного содержания и применимость критерия на любом этапе взаимоотношений с клиентами, а не только к коммуникационным функциям.

Целостность (integrity) – свойство сохранять информацию неизменной при передаче.

Удобство использования имеет более широкое трактование, чем простота, и подразумевает некоторые аспекты типового проектирования.

Удобство использования (usability) – эффективность, результативность и удовлетворенность, с которыми пользователи достигают заданных целей (задач) в конкретном окружении относительно профиля пользователя. В телекоммуникациях удобство использования включает концепции обучаемости и гибкости, а также возможность взаимодействия более чем одного пользователя (двусторонний обмен) друг с другом, а также с терминалами и телекоммуникационной системой.

Табл. 1 является экстраполяцией матрицы технического отчета ETSI ETR 003 [3].

Таблица 1

Модель предложений телекоммуникационных услуг

этапы взаимоотношений с клиентами	детализированные этапы взаимоотношений с клиентами	критерии качества обслуживания				KQI	специфические требования к услуге		
		готовность	целостность	время	пропускная способность		надежность	гибкость	удобство использования
продажа	предварительная информация, реклама								
	заключение договора								
управление услугой	предоставление услуг								
	вариативность и техническая модернизация	установка, активация и принятие							
		изменение по инициативе клиента							
	сервисная поддержка	изменение по инициативе поставщика							
		документация							
		техническая поддержка							
	ремонт и устранение неисправностей	коммерческая поддержка							
		управление жалобами							
		тарификация							
	пользование услугой	прерывание							
управление сетью и сервисом со стороны заказчика									
удобство пользования услугой		доступ							
		служба передачи данных между интерфейсами "абонент - сеть"							
		пользование услугой							
	презентабельность и пользовательский интерфейс								

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. EG 202 009-1. User Group; Quality of telecom services; Part 1: Methodology for identification of indicators relevant to the Users. – Vol. 1.3.1. – P. 201412. – Sophia Antipolis : ETSI, 2014. – 49 p.
2. EN 300 462-1-1. Transmission and Multiplexing (TM); Generic requirements for synchronization networks; Part 1-1: Definitions and terminology for synchronization networks. –Vol. 1.1.1. – 1998–05. – Sophia Antipolis : ETSI, 1998. – 24 p.

3. ETR 003. Network Aspects (NA); General aspects of Quality of Service (QoS) and Network Performance (NP) – Second Edition – 1994–10. – Sophia Antipolis : ETSI, 1994. – 30 p.
4. Rec. G.1000. Communications quality of service: a framework and definitions. – 2001–11. – Geneva: ITU-T, 2011. – 16 p.
5. Батенков А.А., Батенков К.А., Фокин А.Б. Методы формирования множеств состояний телекоммуникационных сетей для различных мер связности // Тр. СПИИРАН. – 2020. – Т. 19, № 3. – С. 644-673.
6. Батенков К.А. Анализ и синтез структур сетей связи по детерминированным показателям устойчивости // Труды СПИИРАН. – 2018. – № 3 (58). – С. 128-159.
7. Батенков К.А., Королев А.В., Миронов А.Е., Орешин А.Н. Анализ статистики голосового трафика сети Ethernet с помощью программы Wireshark // Телекоммуникации. – 2018. – № 10. – С. 39-48.
8. Батенков К.А., Королев А.В., Миронов А.Е., Орешин А.Н. Оценка параметров алгоритмов диспетчеризации на основе имитационного моделирования в программной среде Riverbed // Телекоммуникации. – 2018. – № 8. – С. 17-23.
9. Батенков К.А. Точные и граничные оценки вероятностей связности сетей связи на основе метода полного перебора типовых состояний // Тр. СПИИРАН. – 2019. – Т. 18, № 5. – С. 1093-1118.

К.А. Батенков

МОДЕЛЬ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ ОБОБЩЕННОЙ ЦЕПИ ПЕРЕДАЧИ

Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации, г. Орёл

Рекомендация ITU-T E.800 [1] иллюстрирует взаимосвязь между качеством обслуживания (QoS) и качеством функционирования сети (NP) на основе обобщенной цепи передачи, используемой для предоставления услуг пользователю. На рис. 1 показан сценарий, в котором два мобильных пользователя взаимодействуют друг с другом [2]. То же самое построение применимо и к любой другой конфигурации, где пользователь эксплуатирует клиент-серверную услугу.

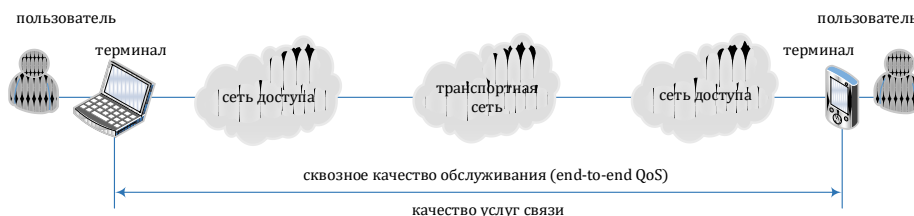


Рис. 1. Модель качества обслуживания обобщенной цепи передачи

Принципиальных различий со структурной моделью качества у модели на основе обобщенной цепи передачи (рис. 1) нет. Можно даже говорить, что последняя является частным случаем первой [3, 4]. Например, в представленном варианте используется два терминала и две сети доступа (access network), по одной на каждом конце. Транспортная сеть (core network – базовая сеть, ядро сети) обеспечивает взаимодействие между двумя сетями доступа. Она может состоять из различных сетей, управляемых разными провайдерами.

Каждая из перечисленных компонент оказывает влияние на достигаемый уровень качества обслуживания. Если одно из пользовательских устройств имеет ограниченные возможности, например, невысокую вычислительную мощность, то это окажет существенное влияние на сквозное качество обслуживания. То же са-

мое относится и к сетям доступа, пропускная способность линии связи который играет заметную роль [5, 6]. Кроме того, если один из провайдеров, эксплуатирующих фрагмент транспортной сети, нарушает договор об уровне обслуживания (SLA) между провайдерами, это также скажется на результирующем качестве обслуживания [7].

На рис. 2 представлено более абстрактное определение качества обслуживания. На качество обслуживания, воспринимаемое пользователем, с одной стороны, влияют технические составляющие, такие как готовность услуги или задержка установления соединения. С другой стороны, такие факторы, как тарифы, время ремонта, доступность службы поддержки и многое другое, формируют качество функционирования, не зависящее от сети.

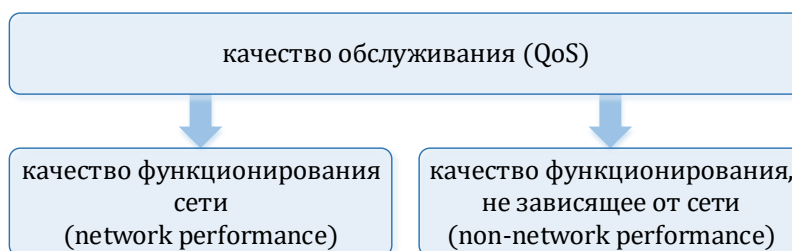


Рис. 2. Составляющие качества обслуживания

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Rec. E.800. Definitions of terms related to quality of service. – 2008–09. – Geneva : ITU-T, 2009. – 30 p.
2. Rec. E.804. QoS aspects for popular services in mobile networks. – 2014–02. – Geneva: ITU-T, 2014. – 446 p.
3. Батенков А.А., Батенков К.А., Фокин А.Б. Методы формирования множеств состояний телекоммуникационных сетей для различных мер связности // Тр. СПИИРАН. – 2020. – Т. 19, № 3. – С. 644-673.
4. Батенков К.А. Анализ и синтез структур сетей связи по детерминированным показателям устойчивости // Тр. СПИИРАН. – 2018. – № 3 (58). – С. 128-159.
5. Батенков К.А., Королев А.В., Миронов А.Е., Орешин А.Н. Анализ статистики голосового трафика сети Ethernet с помощью программы Wireshark // Телекоммуникации. – 2018. – № 10. – С. 39-48.
6. Батенков К.А., Королев А.В., Миронов А.Е., Орешин А.Н. Оценка параметров алгоритмов диспетчеризации на основе имитационного моделирования в программной среде Riverbed // Телекоммуникации. – 2018. – № 8. – С. 17-23.
7. Батенков К.А. Точные и граничные оценки вероятностей связности сетей связи на основе метода полного перебора типовых состояний // Тр. СПИИРАН. – 2019. – Т. 18, № 5. – С. 1093-1118.

Программные и аппаратные средства ИТ-инфраструктуры

Д.А. Полетаев, Б.В. Соколенко

СИСТЕМА ДЛЯ БЕСКОНТАКТНОЙ ПЕРЕДАЧИ ПЛАТЕЖНЫХ ДАННЫХ С ЖЕСТОВЫМ ПОДТВЕРЖДЕНИЕМ

Руководитель – к.ф.-м.н., доцент кафедры радиофизики и электроники
Д.А. Полетаев

Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, г. Симферополь

Электронные платежные средства сегодня получили очень широкое распространение. Постепенно бесконтактные устройства вытесняют контактные. Однако бесконтактные устройства, помимо удобства использования, имеют возможность несанкционированного считывания. Банки предлагают пользователям дополнительно оплачивать полисы на случай неправомерных чужих действий. Производители карт рекомендуют помещать их в металлические экраны, что полностью устраняет их преимущества по отношению к контактными устройствам.

Современные микроконтроллеры обладают компактными размерами и небольшим весом [1, 2]. Их можно широко применять для встраиваемых систем и в промышленности. Целесообразно предложить микроконтроллерное устройство для проверки какого-либо дополнительного действия, только после совершения которого передаются данные для оплаты. Однако возвращение кнопок или других управляющих элементов снижают удобство применения бесконтактных платежных средств. В данном проекте предлагается передавать платежные данные только при повторении заранее заданного движения пользователем карты. Это может быть покачивание, встряхивание устройство, разумеется, известное только владельцу.

Целью работы является предложение структурной схемы и разработка прототипа устройства для передачи данных платежных карт с жестовым подтверждением.

Структурная схема устройства бесконтактной передачи и приема данных представлена на рис. 1. Устройство бесконтактной передачи и приема данных содержит акселерометр, гироскоп, антенну, модуль приема-передачи, устройство управления, источник данных, приемник данных, память.

Устройство работает следующим образом. Режим записи данных о кодовом движении. При подаче с внешнего устройства на антенну сигнала записи данных о кодовом движении, этот сигнал, посредством модуля приема-передачи, передается на устройство управления. При этом устройство управления будет ожидать подтверждения пользователя, считывая данные с акселерометра и гироскопа. Это действие необходимо для предотвращения несанкционированной записи данных о кодовом движении в память устройства бесконтактной передачи и приема данных. Под кодовым движением понимается совокупность перемещений и поворотов устройства бесконтактной передачи и приема данных в пространстве (как частный случай, это может быть тройное встряхивание), производимые пользователем. При этом в памяти устройства бесконтактной передачи и приема данных уже записаны данные о каком-то кодовом движении. При совпадении данных о движениях, производимых пользователем с устройством бесконтактной передачи и приема дан-

ных в пространстве, которые считываются акселерометром и гироскопом с данными о кодовом движении, записанными в памяти устройства бесконтактной передачи и приема данных, устройство управления считывает данные, посредством акселерометра и гироскопа, о новом кодовом движении пользователя и записывает данные о нем в память. Впоследствии именно эти данные будут использоваться для сравнения с поступающими данными с акселерометра и гироскопа.



Рис. 1. Структурная схема устройства

Рабочий режим. При подаче с внешнего устройства на антенну сигнала начала приема-передачи данных, этот сигнал, посредством модуля приема-передачи, передается на устройство управления. При этом устройство управления считывает данные с акселерометра и гироскопа о перемещениях устройства бесконтактной передачи и приема данных. При совпадении данных о движениях, производимых пользователем с устройством бесконтактной передачи и приема данных в пространстве, которые считываются акселерометром и гироскопом с данными о кодовом движении, записанными в памяти устройства бесконтактной передачи и приема данных, устройство управления передает данные с источника данных, посредством модуля приема-передачи на антенну для передачи внешнему устройству, а также принимает данные с внешнего устройства, посредством антенны, модуля приема-передачи и передает их на приемник данных.

На описанное устройство подана патентная заявка и получено положительное решение о выдаче патента Российской Федерации на изобретение. Членами студенческого конструкторского бюро Физико-технического института Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского разработан прототип на базе микроконтроллерной системы, проведены тестовые испытания. Разработка обладает компактными размерами и небольшим весом. Планируется встраивание такой системы непосредственно в пластиковые платежные карты.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Евстифеев А.В.* Микроконтроллеры avr семейств tiny и mega фирмы atmel. – М.: Додэка, 2005. – 592 с.
2. *Королев Н.* Atmel: новые 8-разрядные avr-микроконтроллеры // Компоненты и технологии. – 2012. – № 12. – С. 113-115.

А.В. Егоров

НЕЧЕТКИЕ РЕЛЯЦИОННЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ

Руководитель – доцент кафедры системного анализа и телекоммуникаций
А.В. Егоров

Южный федеральный университет, г. Таганрог

В работе рассматриваются теоретические и практические вопросы построения нечётких отношений и их использование при проектировании нечётких реляционных баз данных.

Отношение, схема отношения, нечёткое отношение, степень принадлежности, атрибут, кортеж, нечёткий запрос, нечёткая реляционная база данных.

Говоря о расплывчатом или нечетком отношении следует учитывать тот факт, что любая информация, записанная в каком-либо формализованном виде и представленная в памяти ЭВМ, является четкой, поэтому нечеткость знаний и, в частности, нечеткость отношений в данной работе будет определяться семантикой самой информации, записанной в виде таблиц. Дадим некоторые определения.

Определение 1. Пусть дана совокупность множеств D_1, D_2, \dots, D_n (не обязательно различных). **Отношение R** , определенное на этих n множествах, есть множество упорядоченных n -ок или **кортежей** $\langle d_1, d_2, \dots, d_n \rangle$ таких, что $d_1 \in D_1, d_2 \in D_2, \dots, d_n \in D_n$. Множества D_1, D_2, \dots, D_n называются **доменами** отношения **R** . Величина n называется **степенью отношения R** . Число кортежей отношения называется **кардинальным числом или мощностью отношения** /1/.

Удобно представлять отношение как таблицу, где каждая строка есть кортеж и каждый столбец соответствует одному компоненту. Столбцы называются при этом **атрибутами**.

Определение 2. **Схемой отношения R** называется конечное множество имен **атрибутов** $\{A_1, A_2, \dots, A_n\}$.

Для перехода к определению нечеткого отношения \tilde{R} , введем некоторую характеристику, определяющую степень нечеткости данных, представленных в этом отношении: μ_R , принимающее значение от 0 до 1, и дадим определение нечеткому множеству, или точнее говоря, нечеткому подмножеству, так как область определения нечеткого подмножества есть всегда обычное, а не нечеткое множество.

Определение 3. Пусть X есть множество и x – элемент X . Тогда **нечетким подмножеством** \tilde{A} множества X называется множество упорядоченных пар

$$\{(x | \mu_A(x))\}, \forall x \in X,$$

где $\mu_A(x)$ – степень принадлежности x в A /2/.

Определение 4. Пусть дана совокупность множеств $D_1, D_2, \dots, D_n, \mu$. Нечеткое или расплывчатое отношение \tilde{R} , определенное на этих множествах, есть множество упорядоченных n -ок или кортежей $\langle d_1, d_2, \dots, d_n, \mu \rangle$ таких, что $d_1 \in D_1, d_2 \in D_2, \dots, d_n \in D_n, \mu \in \mu$ и строится на основе отношения R .

При построении нечетких отношений на основе четких, степень \tilde{R} всегда на единицу больше степени R .

Таким образом, принципиальным различием между четким и нечетким отношением является то, что в \tilde{R} появляется домен μ , элементами которого являются значения из интервала $[0,1]$, определяющие степень принадлежности кортежа нечеткому отношению. Также следует отметить, что для атрибутов, о значениях которых мы можем говорить, что они однозначно четкие, степень нечеткости равна 1.

Пример 1. Имеется четкое отношение ИНТЕРЕСЫ ЛЮДЕЙ [Фамилия И.О., Интересы].

На основе этого отношения строим нечеткое отношение с таким же именем, но с дополнительным атрибутом $\mu[0;1]$ который количественно определяет, насколько тот или иной человек интересуется той или иной тематикой. ИНТЕРЕСЫ ЛЮДЕЙ [Фамилия И.О., Интересы, μ].

В соответствии с определением 4 зададим 3 типа нечетких отношений.

Тип 1. Нечеткие отношения 1-го типа характеризуются наличием единственного атрибута, по которому определяется степень нечеткости μ для каждого кортежа. Определение значения этого μ задается эмпирически, на основе анализа предметной области или методом экспертных оценок.

Пример 2. Имеется отношение УСПЕВАЕМОСТЬ СТУДЕНТОВ [Фамилия И.О., Средний балл].

На его основе построим \mathbf{R} УСПЕВАЮЩИЕ СТУДЕНТЫ [Фамилия И.О., Средний балл, μ].

Для расчета μ воспользуемся формулой:

$$\begin{aligned} \mu &= 0, && \text{если } x < 3 \\ \mu &= 0.34 \cdot x - 0.69, && \text{если } 3 \leq x \leq 4.9 \\ \mu &= 1, && \text{если } x > 4.9 \end{aligned}$$

В данном примере, по значению атрибута СРЕДНИЙ БАЛЛ однозначно определяем степень принадлежности каждого студента ко множеству успевающих студентов μ в соответствии с формулой. В дальнейшем, говоря о расплывчатом отношении будем подразумевать, что оно имеет четкий эквивалент.

Тип 2. Нечеткие отношения 2-го типа характеризуются наличием более одного атрибута, определяющих степень нечеткости μ каждого кортежа. Расчет производится по каждому из этих атрибутов, а результирующее μ берется как минимум из полученных значений: $\mu_i = \min \{ \mu_1(A_1), \mu_2(A_2), \dots, \mu_n(A_n) \}$.

Тип 3. Нечеткие отношения 3-го типа определяются как отношения, полученные путем анализа значений атрибутов, принадлежащих 2-м и более нечетким отношениям.

Пример 3. Имеются два отношения: \mathbf{R}_1 – УСПЕВАЕМОСТЬ СТУДЕНТОВ и \mathbf{R}_2 – ЗАРАБОТОК СТУДЕНТОВ. Построим на их основе \mathbf{R} : УСПЕВАЮЩИЕ И ХОРОШО ЗАРАБАТЫВАЮЩИЕ СТУДЕНТЫ [Фамилия И.О., Средний балл, Зарплата, μ].

Для расчета μ по успеваемости воспользуемся формулой из примера 2, а μ для заработка рассчитаем по приведенной формуле:

$$\begin{aligned} \mu_{xz} &= 0, && \text{если } x < 300 \\ \mu_{xz} &= 0.0002 \cdot x + 0.23, && \text{если } 300 \leq x \leq 4000 \\ \mu_{xz} &= 1, && \text{если } x > 4000 \end{aligned}$$

Таблица 1

Успевающие и хорошо зарабатывающие студенты

Фамилия И.О.	Средний балл	Зарплата	μ
Иванов М.Л.	3.60	1500	0.53
Петров Д.П.	4.65	2700	0.77
Кротов С.А.	4.90	2500	0.73
Пирогов К.Д.	2.8	3500	0

Для получения результирующего μ в этом отношении было использовано следующее соотношение:

$$\mu_{\text{УСП_ХОР_ЗАР_СТУД}} = \min \{ \mu_{\text{УСП_СТУД}}, \mu_{\text{ХОР_ЗАР_СТУД}} \}$$

Приведем пример расчета μ для кортежа.

Петров Д.П.	4.65	2700	0.77
-------------	------	------	------

По формуле из примера 2 рассчитываем:

$$\mu_{\text{УСП_СТУД}} = 0.34 * 4.65 - 0.69 = 0.89$$

По формуле из данного примера:

$$\mu_{\text{ХОР_ЗАР_СТУД}} = 0.0002 * 2700 + 0.23 = 0.77$$

$$\mu_{\text{УСП_ХОР_ЗАР_СТУД}} = \min \{ \mu_{\text{УСП_СТУД}}, \mu_{\text{ХОР_ЗАР_СТУД}} \} = \min \{ 0.89, 0.77 \} = 0.77$$

В общем случае μ для 3-го типа отношений будет вычисляться по следующему правилу:

$$\mu_R = \min \{ \min \{ \mu_1(A_1), \mu_2(A_2), \dots, \mu_n(A_n) \}, \min \{ \mu_1(B_1), \mu_2(B_2), \dots, \mu_n(B_k) \}, \dots, \min \{ \mu_1(Z_1), \mu_2(Z_2), \dots, \mu_n(Z_m) \} \},$$

где A_1, A_2, \dots, A_n – атрибуты первого отношения, B_1, B_2, \dots, B_k – атрибуты второго отношения, Z_1, Z_2, \dots, Z_m – атрибуты последнего отношения.

Введение нечетких отношений различных типов обусловлено необходимостью обработки нечетких запросов к реляционным БД. Целью дальнейших исследований является определение операций реляционной алгебры над нечеткими отношениями, формулировка и обработка нечетких запросов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Мейер Д.* Теория реляционных баз данных: пер. с англ. – М.: Мир, 1987. – 608 с.
2. *Кофман А.* Введение в теорию нечетких множеств: пер. с франц. – М.: Радио и связь, 1982 – 432 с.
3. *Озкарахан Э.* Машины баз данных и управление базами данных: пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 696 с.

Д.А. Подорога, Н.В. Левшин

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПООЦЕНКИ ШКОЛЬНИКОВ

Руководитель – старший преподаватель кафедры системного анализа и телекоммуникаций А.С. Грищенко

Южный федеральный университет, г. Таганрог

В настоящее время в системе школьного образования наблюдается ряд проблем, среди которых выделяются такие, как гонка за показателями, устаревшие методы работы и бюрократизация [1]. Первая из них является губительным фактором, который влияет на формирования образования и отношения к образованию у учеников. У них формируется неверное отношение к знаниям, их оценке и к учебному процессу [2].

Так как, по нашему мнению, первая из указанных проблем является приоритетной, то нужно сосредоточиться на ее решении в первую очередь. Но при этом в ходе ее решения нужно не допустить усугубления двух других.

В начальной школе имеются ряд сложностей с мотивацией ученика на получение знаний в частности и на самосовершенствование в целом [2]. Отношение ученика школы к отметкам сводится к тому, что они являются для него самоцелью [3]. Наивысший балл является тем, чем можно гордиться и хвастаться. Далее отношение меняется, ведь принципиальной разницы, для ученика, между «Отлично» и «Хорошо» нет. Если быть честным, то и «Удовлетворительно» является результатом, который обес-

печит успешное окончание четверти/полугодия/года. По сути, есть только две отметки: «Сдал» и «Не сдал». И это проблема. Вместе с тем, как для ученика исчезает разница между всеми оценками вкупе и «неудовлетворительно», меняется и отношение учителя к ученику, ведь для учителя разница между отметками есть. И в этом месте начинает появляться предвзятое отношение учителя к ученику [3].

Избавиться от системы оценивания в том виде, в котором она есть сейчас, не представляется возможным, для этого необходимы структурные изменения, которые не являются предметом обсуждения этой работы. Мы считаем, что необходимо создать систему дополнительного поощрения школьников, которая будет влиять не столько успеваемость по конкретным предметам, сколько будет способствовать их персональному развитию в различных направлениях. В основе этой системы, по нашему мнению, должна лежать игрофикация.

Игрофикация – это использование игровых элементов и приемов дизайна игр в неигровом контексте [4]. Элементами игрофикации могут быть:

- ◆ Очки;
- ◆ Бейджи;
- ◆ Награды;
- ◆ Прогресс-бары;
- ◆ Аватары;
- ◆ Другие игровые и околоигровые элементы.

Предлагаемая система должна отвечать следующим требованиям:

1. Пользователи должны иметь доступ к системе из любого актуального на данный момент браузера.
2. Система должна в полной мере реализовывать свой функционал.
3. В системе должны работать несколько типов пользователей.
4. В системе должна быть возможность добавления и удаления пользователей.
5. В системе должна быть возможность изменения данных пользователей.
6. В системе должна быть возможность изменения аватаров пользователей.
7. В системе должна быть возможность создания достижений.
8. В системе должна быть возможность присвоения достижений.

На платформу могут заходить школьники, классные руководители и администратор. Функциональные требования показаны на рис. 1 в виде диаграммы вариантов использования. Процесс использования системы администратором и преподавателем показан на рис. 2 в виде диаграммы деятельности.



Рис. 2. Диаграмма вариантов использования

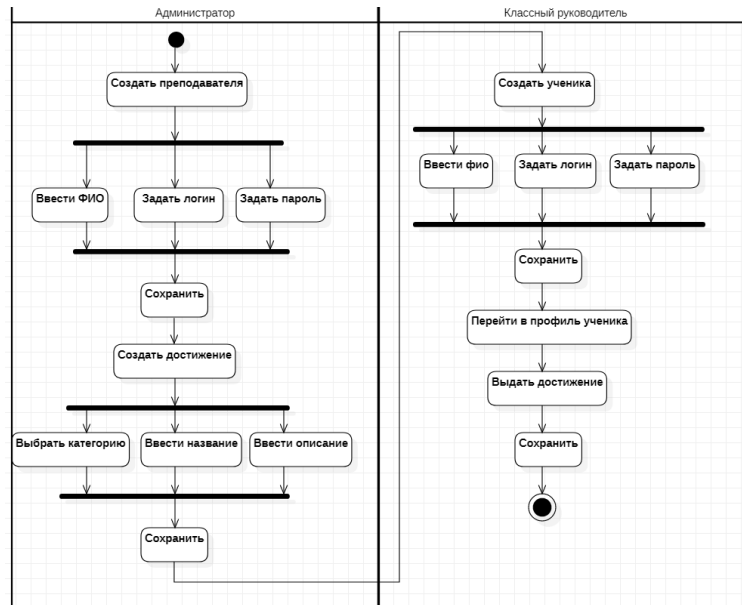


Рис. 3. Диаграмма деятельности

Когда школьник заходит на платформу, он авторизуется по логину и паролю, а затем попадает на главную страницу.

Главная страница включает:

- ◆ Карточка с аватаром профиля школьника, а также с его именем и фамилией.
- ◆ Блок, где представлены последние полученные школьником достижения.
- ◆ Блок, в котором представлены все возможные к получению достижения.

При нажатии на достижение поверх страницы открывается карточка, в которой представлена картинка достижения, название достижения, а также информация о том, как получить достижение. В случае, если достижение уже получено, то также ко всему вышеперечисленному добавляется надпись «Получено».

При нажатии на карточку профиля происходит переход на страницу профиля, где написаны имя и фамилия ученика, его фото, которое можно изменить, а также поля для изменения пароля, кнопки «Сохранить» и «Выйти».

Карточка может быть с зеленой галочкой в случае, если эта карточка уже полученного достижения, или без нее в случае, если ученик еще не получил это достижение.

Таким образом, нами была разработана система поощрения школьников. Ее интерфейс представлен на рис. 3.

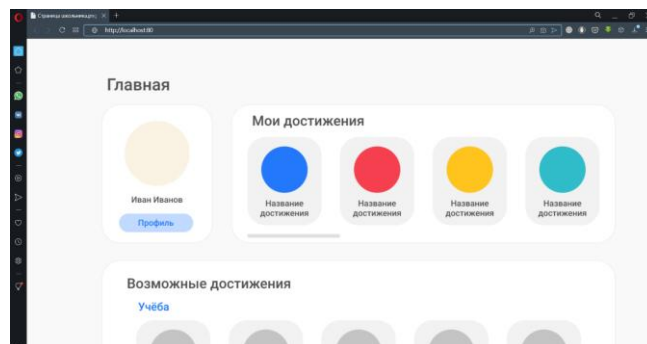


Рис. 4. Интерфейс системы

В результате проделанной работы, нами была создана система, которая дополнительно поощряет учебную и внеучебную активность школьников, мотивирует их на самостоятельную деятельность и раскрывает их устремления в различных областях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Oxford.ru. – «10 главных недостатков современной общеобразовательной школы». – <https://externat.oxford.ru/polezno-znat/flaws-traditional-school>.
2. Vynderkind.ru. – «Почему оценки в школе не влияют на успех в жизни?». – https://vynderkind.ru/sprosi_u/_pochemu_oczenki_v_shkole_ne_vliyayut_na_uspex_v_zhizni.
3. Znanio.ru. – «Проблема школьной отметки. Значимость влияния оценки и отметки на развитие личности ребенка». – <https://znanio.ru/medianar/140>.
4. Habr.com. – «Игрофикация – свежий взгляд на мотивацию пользователей?». – <https://habr.com/ru/company/uidesign/blog/165779/>.

К.С. Кандыба

АНАЛИЗ МЕТОДОВ И ИНСТРУМЕНТОВ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ЗАПОЛНЕНИЯ ДОКУМЕНТОВ

Руководитель – к.т.н., доцент кафедры системного анализа и телекоммуникаций
С.А. Кучеров

Южный федеральный университет, г. Таганрог

В данной работе рассматриваются вопросы, связанные с проблемой организации автоматизированного документооборота. В частности, затрагивается проблема автоматизации формирования содержимого документов. Документационное обеспечение предприятия предполагает формирование различного рода документации, что является важным аспектом деятельности любой организации. Введение документации, это весьма трудозатратный процесс, занимающий большую часть рабочего времени сотрудников. В этой связи становятся актуальными задачи по разработке методов и алгоритмов, позволяющих автоматизировать процесс производства документов.

На сегодняшний день существует большое количество разнообразных видов документов. Они имеют различные формы для заполнения содержимым. Логика формирования содержимого индивидуальна для каждого документа (или определенной группы документов), и ее автоматизация сопровождается значительными затратами временных и финансовых ресурсов. На данный момент нет ориентированного на пользователя инструмента, который позволяет настроить логику формирования содержимого документа без наличия у него (пользователя), компетенций в IT области. Существует большое количество программных инструментов, которые позволяют организовать автоматическое формирование содержимого документов. Задача этой работы заключается в исследовании и анализе существующих методов и инструментов автоматического заполнения документов. Рассмотрим существующие методы формирования содержимого документов.

Существующие методы. Говоря о задаче автоматического формирования содержимого документов, нельзя не отметить, что ее решение зависит от формы представления документа в информационных системах. В этой работе не будут затрагиваться вопросы, касающиеся образования форм представления документов, но отметим, что типовым решением этой задачи является представление формы документа в виде шаблона, который представлен как набор полей с не изменяю-

щейся и изменяющейся информацией. В неизменяющихся полях на этапе проектирования шаблона определяется константная информация. Изменяющиеся места могут определяться как места под размещение информации конкретного типа, либо как функции формирования информации конкретного типа. Далее рассмотрим существующие методы, позволяющие заполнять изменяющиеся поля форм документов.

Метод слияния

Данный метод предполагает, что существует некоторый источник первичных данных, представленных в виде таблицы. Данные в таблицу заносятся вручную пользователем. Как только данные в таблице изменяются, изменяется информация в полях документа. Метод слияния предполагает выполнение следующих шагов [1]:

1. Создать шаблона документа.
2. Создать таблицы с первичными данными.
3. Установить канал связи между шаблоном и таблицей.
4. Настроить связи между изменяющимися полями шаблона и ячейками таблицы.
5. Заполнить документ данными.

В результате выполнения метода решается задача автоматизации заполнения определённого документа данными. В качестве недостатка предлагаемого метода можно отметить необходимость выполнения шага 3 и 4 при изменении логики формирования содержимого документа. Также в качестве недостатка можно отметить необходимость ручного формирования таблицы с исходными данными.

Метод обработки естественного языка

Для автоматизации процесса получения первичной информации и ее подстановки в изменяющие поля шаблонов применяется автоматизированное извлечение знаний из текстов естественного языка и их формальное представление. Метод предполагает выполнение следующих шагов [2]:

1. Составление онтологической модели на основе знаний из нормативных документов.
2. Проверка актуальности нормативных документов.
3. Проверка онтологической модели на непротиворечивость.
4. Проверка приоритетов нормативных документов.
5. Заполнение содержанием документов на основе онтологической модели.

В результате выполнения метода решается задача автоматического формирования содержания документа. При этом пользователям не приходится самостоятельно формировать первичную информацию. Однако стоит отметить, что этот метод лишен гибкости настройки логики формирования содержания документов. Пользователь не может изменять алгоритмы заполнения изменяемых полей.

Далее рассмотрим применение вышеописанных методов в программных инструментах, позволяющих организовывать автоматическое запыление документов содержимым.

Существующие инструменты. В настоящее время рынок программ для создания и заполнения форм документов насыщен большим количеством различных предложений от разных компаний. Рассмотрим инструменты работы таких решений, как:

1. Microsoft Word.
2. «1С» Документация.
3. DBpedia.

Microsoft Word

В данной системе реализуется метод слияния документов. Для автоматизации заполнения документов используются шаблоны [3]. Шаблоны хранятся в файлах формата DOT (DOTX) или XLТ (XLТХ). Редактирование шаблонов возможно с

помощью пользовательского интерфейса Word и с помощью Visual Basic .NET. Второй способ предпочтительнее, так как является более гибким и предоставляет больше возможностей. Система предоставляет большое количество элементов управления содержимым, такие как «форматированный текст», «раскрывающийся список» или «выбор даты». По сути, все они являются переменными шаблона. Чтобы сделать шаблон более удобным в использовании, также можно добавлять пояснительный текст.

«1С» Документация

Данная система [4] также реализует метод слияния. Она предназначалась не для автоматизации заполнения документов, но это одна из ее функций. Для начала форма создается специалистом с помощью редактора форм. Форма может состоять из полей для ввода текста, выпадающих списков, радиокнопок, чек-боксов, полей для ввода даты и т. д. Из данных, введенных в эти поля конечным пользователем, формируется документ. В качестве шаблонов текста подходят обычные форматы Microsoft DOT и XLT. Наличие в системе своего языка программирования делает ее очень гибкой. По сути, данная система объединяет возможности двух предыдущих систем.

DBpedia

DBpedia реализует метод обработки естественного языка [5]. Она содержит огромную базу знаний, извлеченных преимущественно со страниц Wikipedia. Знания представляются в формате RDF, что позволяет обращаться к ним с помощью языка SPARQL (SPARQL Protocol and RDF Query Language).

Таким образом DBpedia, объединив знания, извлеченные с разных страниц Википедии, позволяет пользователям находить ответы на вопросы в ситуациях, когда требуемая информация разбросана по страницам Wikipedia.

Сформируем критерии и проведем анализ рассмотренных систем. Результаты анализа представлены в табл. 1.

Таблица 1

Сравнение рассмотренных инструментов для автоматического формирования содержания документов

Критерии \ Инструменты	DBpedia	1СДокументы	MS Word
Возможность автоматического заполнения документов	5	4	2
Интуитивность использования интерфейса	1	3	4
Поддержка различных форматов	2	5	5
База данных	3	5	1
Эргономика интерфейса	1	2	5
Сохранение в удобных форматах	2	3	5
Дополнительные возможности	3	1	5

В ходе проведенного исследования были рассмотрены методы инструменты позволяющие организовать автоматического формирования содержания в документах на предприятии. В ходе проведенного анализа было выявлено, что в существующих системах логика формирования содержимого задается разработчиками и напрямую представляется в исходном коде систем. Это не позволяет пользователю самостоятельно вносить корректировки, что сказывается на эффективности их работы. Таким образом, актуальной является разработка систем автоматизации процессов формирования содержимым документов, в которой пользователи смогут самостоятельно изменять логику формирования содержимого документов. Также, ключевым фактором является необходимость в автоматическом формировании наборов исходных данных. Сочетание таких характеристик позволит организовать эффективный процесс формирования содержимым документов, с возможностью для пользователей ее редактирования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Пальчунов Д.Е., Финк А.А.* Разработка автоматизированных методов порождения служебных документов на естественном языке // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Информационные технологии. – 2017. – Т. 15, №. 3. – Красноярск, 2007. – Т. 1. – С. 157-163.
2. *Лапшин, В.С., Рогозов, Ю.И., Кучеров, С.А., & Кандыба, К.С.* Исследование и анализ проблем перехода между этапами разработки информационных систем // Информатизация и связь. – 2020. – № 3. – С. 61-65.
3. *Смолянинов А.* Создание отчетов в средствах разработки Microsoft // Байт. – 2015. – № 5.
4. *Бобровников А.Э.* Методическая подготовка процессов к цифровизации в "1С: ERP" // Новые информационные технологии в образовании. – 2019. – С. 447-448.
5. *Bizer C. et al.* DBpedia-A crystallization point for the Web of Data //Journal of web semantics. – 2009. – Vol. 7, No. 3. – P. 154-165.

К.С. Романенко

ОБЗОР БЛОКЧЕЙН-ПЛАТФОРМ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЁННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Руководитель – к.т.н., доцент кафедры системного анализа и телекоммуникаций
А.С. Свиридов

Южный федеральный университет, г. Таганрог

В данной статье рассмотрим обзор существующих блокчейн-платформ на предмет использования при проектировании распределенных информационных систем. В настоящее время существует большое количество блокчейн-платформ, которые позволяют решать различные задачи и не каждая платформа универсальная, следовательно, необходимо рассмотреть платформы и выбрать подходящую.

При разработке информационных систем одним из важнейших решений является выбор архитектуры будущей системы. Начиная с момента использования клиент-серверной архитектуры разработка программных систем движется в сторону все большего распределения функций и компонентов системы.

По мере роста масштаба решаемых задач, приложения перестали быть частью закрытых информационных систем, которые функционировали в закрытой корпоративной среде, стали использоваться глобальные сети связи (Internet). Кроме того, в контур информационных систем стали включаться внешние акторы – клиенты и контрагенты, что привело к потенциальным проблемам с доверием уча-

стников системы. В такой ситуации, классические подходы к построению распределенных приложений с централизацией в соответствующих узлах данных и логики приложения не являются более однозначно предпочтительными.

Распространение получил подход по построению распределённых приложений – DApps (Distributed Application). Децентрализованные приложения [1] имеют архитектуру системы, в которой отсутствуют выделенные узлы, контролирующей деятельность других узлов.

Одним из вариантов построения DApps является использование технологии блокчейн для организации платформы взаимодействия компонентов системы и обеспечения требуемых свойств.

Блокчейн – это особый тип базы данных. Она отличается от традиционной базы данных способом хранения информации; блокчейны хранят данные в блоках, которые затем объединяются в цепочку.

Для построения распределенных систем недостаточно только хранить данные в распределенном реестре, необходимо организовать распределенное хранение и исполнение бизнес-логики. возможностями для организации таких систем имеют блокчейны с поддержкой смарт-контрактов.

Проведем анализ блокчейн-платформ: Ethereum, EOSIO, NEO, HyperLedger. Выделим следующие критерии: Консенсус, поддержка языков программирования для разработки смарт-контрактов, удобство разработки.

Ethereum в настоящее время использует консенсусный механизм доказательства работы. Это означает, что любой, кто хочет добавить новые блоки в цепочку, должен решить сложную головоломку, для работы над которой потребуется много вычислительной мощности. Решение головоломки «доказывает», что были потрачены вычислительные ресурсы. Это называется майнингом. Майнинг может осуществляться методом проб и ошибок (классический перебор), но успешное добавление блока вознаграждается в собственной криптовалюте ETH [2].

Смарт-контракты для платформы Ethereum, разрабатывают на предметно-ориентированном языке программирования Solidity.

Приведем пример простого смарт-контракта на рис. 1.

```

2  pragma solidity >=0.4.16 <0.9.0;
3
4  contract SimpleStorage {
5      uint storedData;
6
7      function set(uint a) public {
8          storedData = a;
9      }
10
11     function get() public view returns (uint) {
12         return storedData;
13     }
14 }

```

Рис. 1. Пример простого смарт-контракта на языке Solidity

В этом примере контракта определены функции, которые могут извлекать или изменять значения переменной, что позволяет организовать работу по хранению данных системы.

Платформа EOSIO реализует децентрализованный алгоритм консенсуса, способный удовлетворить требования к производительности приложений в цепочке блоков, называемый делегированным доказательством владения (Delegated Proof

Of Stake). Согласно этому алгоритму, если вы держите токены в блокчейне на основе платформы EOSIO, вы можете выбирать создателей блоков через систему непрерывного голосования. Любой желающий может принять участие в создании блоков, и ему будет предоставлена возможность производить блоки, при условии, что он сможет убедить держателей токенов проголосовать за них.

EOSIO использует C++ в качестве языка программирования смарт-контрактов.

Механизм консенсуса Delegated Proof of Stake (DPOS) обеспечивает высокую пропускную способность транзакций, поскольку DPOS не нужно ждать, пока все узлы завершат транзакцию. Это приводит к более быстрому подтверждению и меньшей задержке.

Механизм распределения ресурсов и управления любыми блокчейнами на основе EOSIO программируется с помощью смарт-контрактов. Мы можем изменить системные смарт-контракты, чтобы настроить модель распределения ресурсов и правила управления блокчейном EOSIO. Ончейн-механизм управления может быть изменен с помощью системных смарт-контрактов, поскольку код основного уровня не всегда нужно обновлять, чтобы изменения вступили в силу [3].

В блокчейнах на основе EOSIO доступ к системным ресурсам регулируется процессом, называемым механизмом ставок.

Представим пример простого смарт-контракта для платформы EOSIO на рис. 2.

```

1  #include <eosio/eosio.hpp>
2
3  using namespace eosio;
4
5  class [[eosio::contract]] hello : public contract {
6  public:
7      using contract::contract;
8
9      [[eosio::action]]
10     void hi( name user ) {
11         | print( "Привет, ", user );
12     }
13 };

```

Рис. 2. Пример простого смарт-контракта для платформы EOSIO

Hyperledger продвигает ряд технологий, бизнес-ориентированных блокчейн платформ. Рассмотрим коротко наиболее популярные.

Hyperledger Avalon – это независимая реализация механизмов доверенных вычислений. Он направлен на обеспечение безопасного перемещения обработки блокчейна из основной цепи в выделенные вычислительные ресурсы. Avalon разработан, чтобы помочь разработчикам получить преимущества вычислительного процесса и убрать его недостатки.

Hyperledger Cactus – это фреймворк на основе плагинов, цель которого - изолировать разработчиков от реализации конкретных протоколов и обеспечить возможность взаимодействия приложений.

Это позволяет решениям легче адаптироваться к новому протоколу и совершать транзакции с участием нескольких публичных и разрешенных реестров.

Hyperledger Besu – это клиент Ethereum, который работает в общедоступной сети Ethereum, частных сетях и тестовых сетях, таких как Rinkeby, Ropsten и Görli.

Hyperledger Fabric – это инфраструктура распределенного реестра корпоративного уровня для разработки программных решений. Его модульная и универсальная конструкция удовлетворяет широкий спектр промышленных задач.

Он предлагает уникальный подход к консенсусу, который обеспечивает масштабируемую производительность при сохранении конфиденциальности. Данный реестр разработан на языке программирования golang.

Hyperledger Iroha – это проект распределенного реестра, цель которого – предоставить среду разработки, в которой разработчики C++ и мобильных приложений могли бы внести свой вклад в развитие Hyperledger. Проект призван дополнить Fabric, Sawtooth и другие подобные проекты, являясь фреймворком с предопределенным набором команд, разрешений и запросов, которые можно использовать с различными клиентскими библиотеками для простого создания приложений для настольных и мобильных платформ.

Iroha вдохновлен японским принципом кайдзен - устранение излишеств. Iroha имеет важные функции для управления активами, информацией или идентификационными данными для нужд предприятия [4].

Из описанных выше проектов Hyperledger, наибольшую известность получил Hyperledger Fabric.

Более наглядное сравнение платформ представим в табл. 1.

Таблица 1

Сравнение блокчейн-платформ

Платформа	Консенсус	Поддержка языков программирования	Особенности
Ethereum	Proof of Work/Proof of Stake	Solidity	Публичный блокчейн
EOS.IO	Delegated Proof-of-Stake	C++	Не блокчейн. (вычисления в облаке на серверах)
NEO	делегированная византийская отказоустойчивость (dBFT)	C#, VB.Net, F#, Java, Kotlin и Python.	Платформа включает в себя сразу два токена – NEO и GAS. Документация содержит большое количество ошибок, полная поддержка только C#
Hyperledger	Различные алгоритмы	Golang, JavaScript, Java	Реализация не общедоступного, а частного блокчейна. Модульная архитектура

Для разработки распределенной методологии построения распределенной информационной системы, необходимо провести практические исследования введенных блокчейн-платформ, однако по результатам предварительного анализа в данной статье, предпочтительным вариантом является Hyperledger Fabric, т.к. изначально поддерживает разработку частных блокчейн-реестров, а также имеет модульную архитектуру, что позволяет в дальнейшем масштабировать систему.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Равал С.* Децентрализованные приложения. Технология Blockchain в действии. – СПб.: Питер, 2017. – 240 с.
2. Intro to ethereum. – Режим доступа: URL: <https://ethereum.org/ru/developers/docs/intro-to-ethereum/> (10.03.2021).
3. Introduction to EOSIO. – Режим доступа: URL: <https://developers.eos.io/welcome/latest/introduction-to-eosio/> (10.03.2021).
4. Hyperledger. – Режим доступа: URL: <https://wiki.hyperledger.org/> (10.03.2021).

Р.А. Поплюйко

МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ БИЗНЕС-ЛОГИКИ

Руководитель – А.Н. Беликов

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Бизнес-логика (Business logic layer) – это набор правил и ограничений объектов предметной области [1].

На этапе программирования бизнес-логика представляет собой программный код классов и их методов, однако перед реализацией она должна быть спроектирована. Проектирование бизнес-логики происходит с помощью создания моделей.

Языки описания моделей могут быть аналитическими, численными, логическими, теоретико-множественными, лингвистическими, графическими.

Разумеется, спроектировать BLL можно в текстовом виде или в виде онтологии – то есть некоторой базы знаний, содержащей в себе некую совокупность понятий и правил, бизнес-правил – т.е. ограничений, сформулированных на основе предъявленных к проекту требований. Однако разумно предположить, что наиболее актуальными методами проектирования бизнес-логики будут графические (а потому более наглядные) модели.

Методы проектирования бизнес-логики делятся на:

1. Структурные методы. Структурные методы предполагают декомпозицию системы на более мелкие подсистемы, а те – на еще более мелкие. В итоге проект объединяется в большую древовидную структуру.

Самое большое распространение среди структурных методов получили нотации IDEF0 (диаграммы и функциональные модели на основе SADT), IDEF3 (диаграммы потоков работ), DFD (диаграммы потоков данных).

1.1. IDEF0. Данный метод проектирования бизнес-логике основан на методологии SADT, которая предназначена для того, чтобы структурно представить функционал системы, а так же подвергнуть анализу системные требования. На рис. 1 можно увидеть изображение, характеризующее общий смысл подобных диаграмм. IDEF0 является набором связанных диаграмм, где каждая функция или взаимодействие в системе представляют собой блоки и дуги, выражающие отношения между функциями [2]. В данной нотации функции соединяются между собой дугами четырех типов: вход, выход, управление и механизм. При этом дуги выхода для других функций могут являться дугами другого типа. Каждая функция может быть декомпозирована, то есть разбита, на подфункции, представляющие собой комплекс взаимосвязанных блоков. Новый уровень декомпозиции разбивает функцию на более мелкие подсистемы.

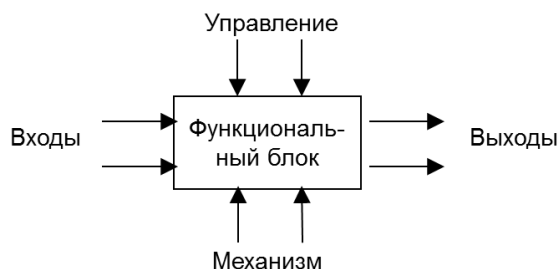


Рис. 1. Представление методологии IDEF0

1.2. IDEF3. Модели метода IDEF3 (пример данного метода изображен на рис. 2) помогают задокументировать технологические процессы и последовательность действий, выполняющихся в этих процессах.

В IDEF3 существует четыре основных элемента:

- ◆ Единица работы – представляет собой действия и процессы выполнения работ, а также события. Имеет только один вход и выход.
- ◆ Ссылки – некоторые элементы, требующиеся для исполнения процессов и демонстрации их результатов.
- ◆ Связи – передают действия от работы к работе или же активируют единицу работы, соединяя ее с ссылкой.
- ◆ Перекрестки – представляют собой описательное средство логики и последовательности действий в процессах.

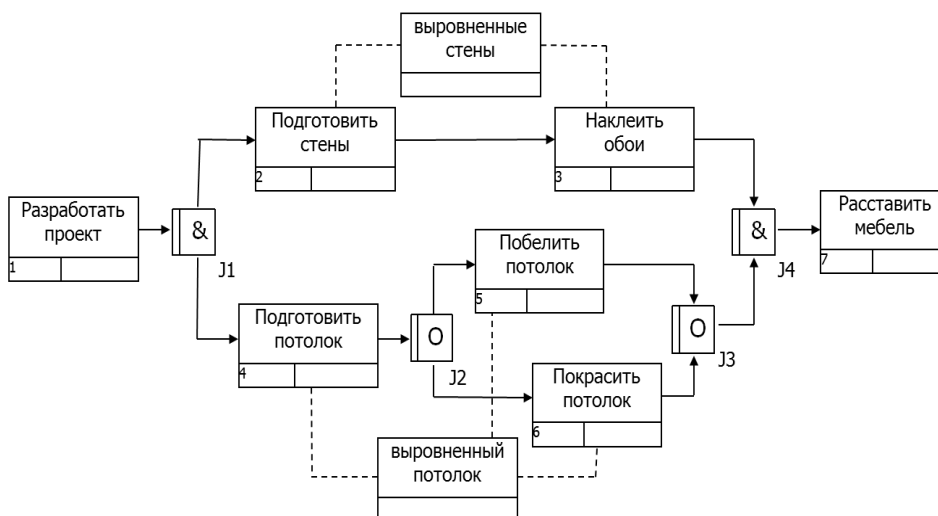


Рис. 2. Пример диаграммы IDEF3

1.3. DFD. Диаграммы данного метода проектируют потоки данных. Считаются одним из самых эффективных средств для наглядного описания процессов документооборота и требований к обработке информации. В настоящее время используется две нотации, названные именем Йордана и Гейна-Сарсона [3]. Различия этих нотаций наглядно изображены на рис. 3.

Нотация	Юрдан и Коад	Гейн и Сарсон
Внешняя сущность		
Процесс		
Хранилище данных		
Поток данных		

Рис. 3. Разница в нотациях DFD

2. Методы объектно-ориентированного моделирования. Методы объектно-ориентированного моделирования являются средствами для проектирования систем. Позволяют облегчить их реализацию в будущем в виде объектно-ориентированных программных решений. Главным структурным элементом в подобных нотациях является непосредственно объект, обозначающий собой участника процесса или же нечто, с помощью чего совершается действие над другими участниками процесса [4]. В 2021 году наиболее актуальным методом объектно-ориентированного моделирования является UML.

UML, как унифицированный язык графического моделирования, был разработан как средство для описания и построения программных систем, упрощающее их разработку и представляющее информационную систему наиболее наглядным образом – с помощью специальных графических конструкций-диаграмм (а также схем и графов).

3. Методы имитационного моделирования. Для того чтобы использовать методы имитационного моделирования были разработаны специализированные программы, которые в пошаговом режиме (или в режиме сжатого времени) способны имитировать процессы реальных информационных систем.

Наиболее известными примерами данного метода являются сети Петри и раскрашенные сети Петри (CPN, Colored Petri Nets), GPSS (General Purpose Simulating System).

3.1. Сети Петри и раскрашенные сети Петри (CPN, Colored Petri Nets). Сети Петри являются аппаратом, который реализует частный случай математического моделирования. Используется данный метод для построения динамических дискретных систем и представляет собой двудольный ориентированный граф, который может иметь вершины двух типов – некоторых позиций и переходов к этим позициям. Эти вершины соединяются между собой дугами. Внешний вид этого мультиграфа представлен на рис. 4.

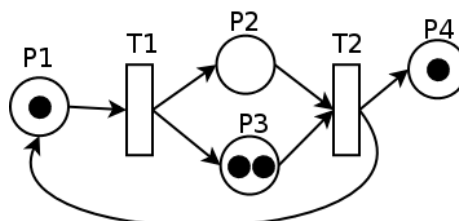


Рис. 4. Сети Петри

Существует также так называемая раскрашенная или цветная сеть Петри – она представляет собой обратно совместимое расширение математического формализма к сетям Петри, при этом позволяющее различать используемые в сетях виды меток. К каждой метке приписывается некоторое значение – его называют цветом. Цвета принято использовать для того, чтобы визуализация была более удобной. Их наличие также позволяет подчеркнуть то, что над значениями меток в рамках формализма никакие операции невозможны (кроме проверки равенства).

3.2. GPSS (General Purpose Simulating System). General Purpose Simulation System – язык моделирования, использующийся в системах обслуживания [5]. Процессы обработки данных сложно представить в данном языке на уровне алгоритмов и так как модель представляет собой программу, отсутствие у нее графической интерпретации затрудняет процессы реализации этой модели и делает ее не наглядной. Пример данной программы можно увидеть на рис. 5.

```

GENERATE (POISSON(1,40)) ; генерация потока транзактов
                        ; Поток транзактов пуассоновский со средним интервалом 40 единиц
QUEUE mainQ ; Войти в регистратор очереди
SEIZE F007 ; Попытка занять устройство
DEPART mainQ ; Покинуть регистратор очереди
ADVANCE (Normal(1,35,4)) ; Моделирование процесса обслуживания. Время обслуживания
                        ; распределено по нормальному (гауссову) закону
                        ; с математическим ожиданием 35 и среднеквадратическим отклонением 4
RELEASE F007 ; Освободить устройство
TERMINATE ; удаление транзакта
    
```

Рис. 5. Пример программы GPSS

4. Интегрированные методы. Интегрированные методы проектирования бизнес-логики объединяют разнообразные типы моделей. На данный момент используется только два вида данных методов: ARIS (Architecture of Integrated Information System) и BRM (Business Rules Management). Каждый из этих методов представляет собой информационную систему, а потому реализуется с помощью программного продукта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. What do we actually mean when we say business logic? // Ben-morris. – URL: <https://www.ben-morris.com/what-do-we-actually-mean-when-we-say-business-logic/> (дата обращения: 13.03.2021).
2. Моделирование бизнеса – IDEF, UML, ARIS // Business Analysis. – URL: <https://analytics.infozone.pro/business-modeling-idef-uml-aris/#i-9> (дата обращения: 11.03.2021).
3. Что такое DFD (диаграммы потоков данных) // Хабр. – URL: <https://habr.com/ru/company/trinion/blog/340064/> (дата обращения: 13.03.2021).
4. Software Engineering | Object Modeling Technique (OMT) // GeeksforGeeks. – URL: <https://www.geeksforgeeks.org/software-engineering-object-modeling-technique-omt/> (дата обращения: 11.03.2021).
5. Perspectives on simulation using GPSS // Researchgate. – URL: https://www.researchgate.net/publication/221525487_Perspectives_on_simulation_using_GPSS (дата обращения: 13.03.2021).

Д.В. Хроменко, В.Ю. Носков

**ВЕБ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ПОМОЩИ ОРГАНИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ЧЕЛОВЕКА «СПИСОК ПОКУПОК»**

Руководитель – к.т.н., доцент кафедры системного анализа и телекоммуникаций
А.С. Свиридов

Южный федеральный университет, г. Таганрог

В современном мире каждый человек сталкивается с необходимостью держать в голове информацию, связанную с приобретением товара в магазине, иногда меняя собственные планы на ходу, отказываясь от некоторых товаров в пользу других. Становится труднее отслеживать историю покупок, из-за чего чётко прослеживается потребность в простом инструменте отслеживания приобретённых товаров, отменённых покупок и прочих переменных повседневной жизни. Именно поэтому такие решения как «Персональный список покупок» существуют в нашем мире.

Деятельность человека усугубляется высоким темпом жизни современного человека и большим информационным потоком. Данная проблема крайне актуальна, а потому крайне требовательна к инструментам реализации её решения. Веб-приложение, которое легко в использовании и не ограничено как в исходном функционале, так и в возможностях его расширения является оптимальным решением данной проблемы. Основными требованиями при реализации данного решения были следующие возможности:

- 1) пополнение списка и доступ к нему в любой момент времени;
- 2) полное описание товара – тип, название, количество и т.д.;
- 3) распределения товара по категориям;
- 4) составление иерархии приоритета товаров, тт важных к необязательным;
- 5) разделение списка покупок, в случае расположения товаров в разных магазинах;
- 6) сохранение списка для дальнейшего анализа;
- 7) учёт расходов.

При условии вышеуказанных требований, архитектура приложения представляет из себя следующий набор структурных элементов, продемонстрированных на рис. 1.

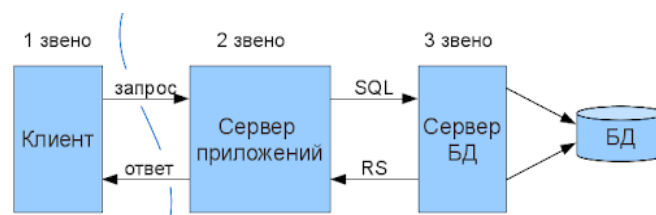


Рис. 1. Структура приложения

При проектировании, основной упор делался на простоте использования приложения и безопасном обращении с пользовательскими данными. Спроектированный процесс разработки приложения включает в себя как создание простого пользовательского интерфейса, позволяющего быстро освоить нужные функции, так и грамотное проектирование серверной части, которая способна обеспечить безопасность данных и оперативный обмен информацией.

Разработка серверной части программы велась с использованием языка программирования высокого уровня PHP версии 7.4.

Информация пользователя хранится в базе данных SQL. Реализация работы с базами данных была выполнена при помощи ORM фреймворка RedBeanPHP и графического интерфейса PhpMyAdmin. Безопасность хранения в базе данных обеспечивает функция хэширования паролей bcrypt.

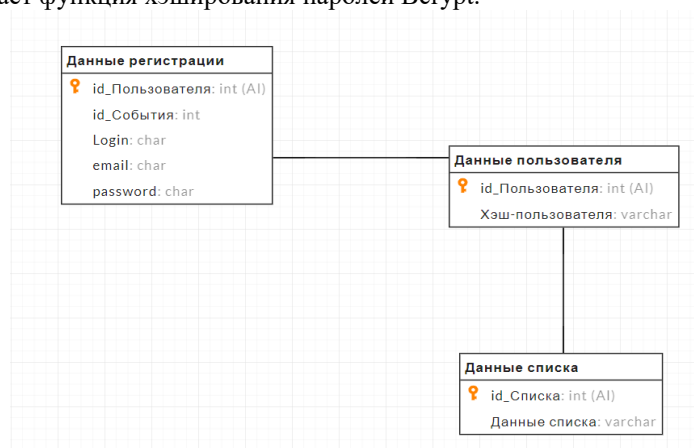


Рис. 2. Упрощённая модель базы данных

Процесс создания внешнего вида приложения, был основан на использовании языка программирования JavaScript, чья гибкость позволила дорабатывать интерфейс приложения практически на ходу. Так же были задействованы язык гипертекстовой разметки HTML и каскадные таблицы стилей CSS. При выборе цветовой гаммы отдавалось предпочтение спокойным цветам.

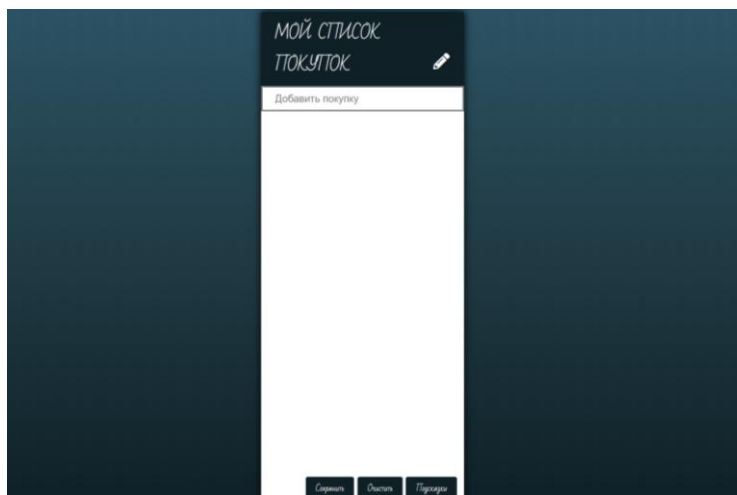


Рис. 3. Интерфейс приложения

Таким образом, сочетание визуальных компонентов и технических решений, помогло нам составить простое решение для крайне рутинной задачи в жизни каждого из нас. Реализация простого алгоритма приобретения товара, продемонстрированного на рис. 4, позволит сэкономить немало сил, времени и даже денежных средств, о трате которых многие даже не задумываются.

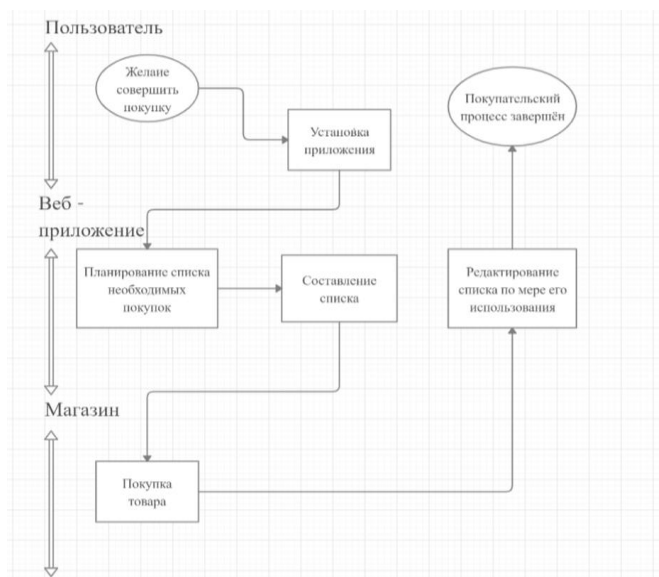


Рис. 4. Алгоритм покупок

В заключении, хотелось бы сказать, что данное приложение, всего лишь один из примеров попыток внедрить информационные технологии в нашу повседневную жизнь. Мы считаем, что грамотное сочетание технических средств и рационального подхода к насущным делам, способны решить немалое количество проблем, освободив силы для новых свершений и побед.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Люк Веллинг, Лора Томсон. Разработка веб-приложений с помощью PHP и MySQL: пер. с англ. Ю.Н. Артеменко. – 5-е изд. – М.: Диалектика; СПб.: Диалектика, 2019. – 768 с. – ISBN 978-5-9908911-9-7.
2. Джеймс Р. Грофф, Пол Н. Вайнберг, Эндрю Дж. Оппель. SQL: полное руководство. – 3-е изд. = SQL: The Complete Reference, Third Edition. – М.: Вильямс, 2014. – 960 с. – ISBN 978-5-8459-1654-9.
3. Косентино Кристофер. PHP: Web-профессионалам: учеб. пособие: пер. с англ. – Киев; [М.]: BHV, 2001. – 206 с. – (Internet - программирование). – ISBN 5-7315-0116-5.

В.С. Кубиц

МЕТОДИКА МОДУЛЬНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ И АНАЛИЗА ПО

Руководитель – к.т.н., доцент кафедры системного анализа и телекоммуникаций
А.В. Егоров

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Работа посвящена исследованию существующих методик модульного тестирования и созданию новой методики. Данные методики предназначены для более удобного и быстрого нахождения ошибок в коде.

Модульное тестирование, анализ, unit testing, пул потоков, поток, функция, многопоточность, методика, автоматизация.

Введение. Сегодня на проведение тестирования ПО затрачивается много времени и средств. Поэтому задача тестировщика заключается не только в поиске багов в программных продуктах, но и сделать это за как можно меньшее время. Разделение процесса тестирования на потоки как-раз помогает сэкономить это время.

В данной статье рассматривается новая методика модульного тестирования ПО на основе существующих аналогов, которые позволят разобраться, в каком направлении стоит двигаться разработчикам инструментов для модульного тестирования.

Модульное тестирование (unit testing) – процесс в программировании, позволяющий проверить на корректность отдельные модули исходного кода программы.

Идея состоит в том, чтобы писать тесты для каждой нетривиальной функции или метода. Это позволяет достаточно быстро проверить, не привело ли очередное изменение кода к регрессии, то есть к появлению ошибок в уже протестированных местах программы, а также облегчает обнаружение и устранение таких ошибок.

Таким образом, модульное тестирование является главной защитой программ перед багами.

Так в работе [1] представлен аналитический обзор алгоритмов многопоточного тестирования:

- ◆ алгоритм Sapsan;
- ◆ алгоритм инструмента Google Tsan;
- ◆ алгоритм библиотеки Relacy Race Detector;
- ◆ верифицирующий алгоритм для математической модели взаимных блокировок.

Также представлены некоторые инструменты автоматизации тестирования и критерии их оценки. Они также играют ключевую роль и в модульном тестировании ПО.

1. Предлагаемая методика. На основе сравнения рассматриваемых алгоритмов был сделан вывод, что у каждого есть свои достоинства и недостатки. Не один из них не удовлетворяет всем критериям в силу своей специфики. Поэтому необходимо разрабатывать новую методику, которая устранит недостатки выше приведённых алгоритмов.

Идея заключается в методике, по принципу которой процесс тестирования проходил бы одновременно в нескольких потоках в зависимости от входных данных.

Тогда представим на рис. 1 в виде графа методику модульного тестирования, где вершины графа соответствуют функциям тестируемого модуля, а ориентируемые рёбра соответственно – переходам между функциями. Здесь $F = \{F_1, F_2 \dots F_n\}$ – множество функций в тестируемом модуле, $P = \{P_1, P_2 \dots P_m\}$ – множество отдельных потоков, S и R – начало и конец модуля соответственно.

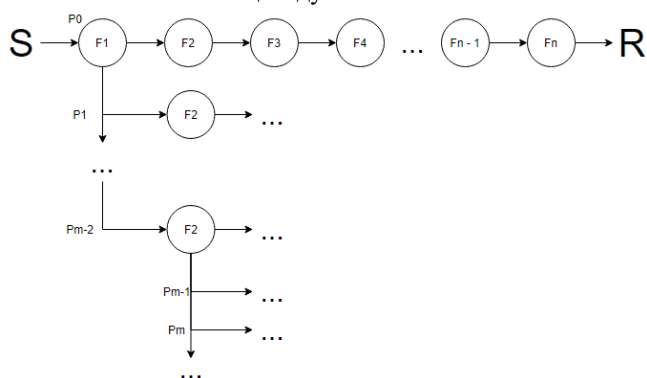


Рис. 1. Граф методики модульного тестирования

Результат возвращается в виде одномерного массива, каждый элемент которого имеет вышеупомянутую структуру. Здесь заголовок может иметь либо значение «Успешное тестирование», если ошибок не обнаружено, или название ошибки в противном случае.

Для грамотной работы с этой очередью поможет такой инструмент как **пул потоков**.

Пул потоков – своего рода контейнер, в котором содержатся потоки, которые могут выполнять задачи, и после выполнения одной самостоятельно переходить к следующей (рис. 2).

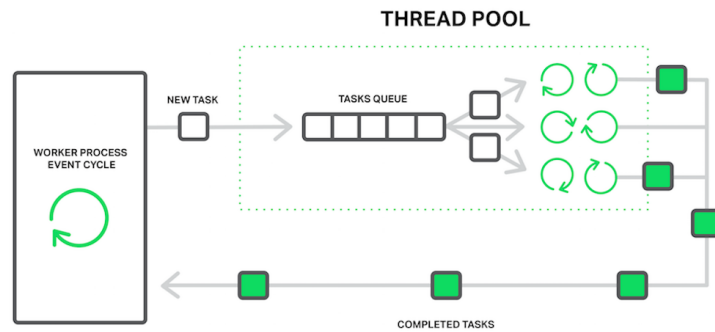


Рис. 2. Процесс работы пула потоков

Пул потоков выполняет функции службы доставки. Он состоит из очереди задач и нескольких потоков, которые обрабатывают очередь. Когда рабочий процесс должен выполнять потенциально длительную операцию, он ставит задачу в очередь пула, из которой она может быть взята и обработана любым свободным потоком [2].

Очередь в пуле потоков нужна для того, чтобы собирать задачи, если количество запущенных потоков больше, чем размер начального пула. Пулу задаётся фиксированное число потоков. Если задать слишком большое число, то производительность работы может упасть. На это существует несколько причин, например, из-за постоянных переключений контекста процессора, когда он приостанавливает работу над одной задачей и должен переключиться на другую, переключение включает сохранение состояния и восстановление состояния. Пока процессор занят переключением состояний, он не делает никакой полезной работы над какой-либо задачей [3].

Размер зависит от типа выполняемых задач. Но рекомендуется задавать тот размер, который позволяют системные требования работающего железа. Число независимых процессов, протекающих параллельно, вычисляется по формуле $p = хуz$, где:

- ◆ x – число процессоров;
- ◆ y – число ядер в процессоре;
- ◆ z – число гиперпотоков в каждом ядре.

Таким образом, реализуя предложенную методику, можно ускорить процесс тестирования, при этом, не нарушая производительности работы.

Вторая часть предлагаемой методики заключается в возможности подавать на вход данные не только в первую функцию тестируемого модуля, но и в любую вложенную. Как показано на рис. 1, разделение на потоки осталось по-старому, на потоке $p-2$ работа не дошла до функции F2. Эта и есть одна из тех ключевых

функций, на которую также подаются данные. После введения новых данных создаётся поток $p-1$, внутри которого работа начинается уже не с функции F1, а F2. В то же время поток $p-2$ продолжает работу на функции F2, но с теми данными, которые были получены в результате работы программы.

Входные данные (2)
[[F1, [params x1]], [F2, [params x2]], [F3, [params x3]],...[Fn, [params xn]]]
[[F1, [params y1]], [F2, [params y2]], [F3, [1, 3], [params y3]],...[Fn, [params yn]]]
...
[[F1, [params z1]], [F2, [params z2]], [F3, [params z3]],...[Fn, [params zn]]]

Рис. 3. Входные данные

На вход подаётся трёхмерный массив, каждая строка которого принадлежит отдельному потоку, но каждый элемент этой строки также является массивом, первый элемент которого – имя функции, а второй – список значений для этой функции.

Вывод. На основе сравнения рассматриваемых методик была представлена новая методика, позволяющая решить их проблемы. В данной методике результат проведения модульного теста будет более обширным, а настройка теста перед запуском станет более гибким в использовании.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кубиц В.С., Грищенко А.С. Аналитический обзор алгоритмов многопоточного тестирования информационных систем // Информационные технологии, системный анализ и управление (ИТСАУ-2020). – 2020. – С. 131-136.
2. Олемской И. Пулы потоков NGINX: увеличиваем производительность в 9 раз! – Southbridge, 2017. – Режим доступа: <https://medium.com/southbridge/thread-pools-boost-performance-9x-846d191f37cd>, свободный.
3. Купцов С. Как это работает в мире java. Пул потоков. – Хабр, 2017. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/326146/>, свободный.

М.Э. Свежов

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КАМЕР С 3D СЕНСОРАМИ

Руководитель – доцент кафедры психологии и безопасности жизнедеятельности
В.С. Компаниец

Южный федеральный университет, г. Таганрог

В связи с растущим спросом на визуальные сенсоры (автомобили, смартфоны, камеры слежения, дроны, робототехника) у многих компаний возникает проблема выбора необходимой технологии. Современным этапом развития «камеростроения» можно считать камеры глубины или камеры с 3D сенсорами. Камеры с 3D сенсорами – это программно-аппаратный комплекс, который может фиксировать расстояние до снимаемых объектов.

В настоящее время в открытых источниках можно найти сведения о пяти типах камер:

1. Structured light cameras;
2. Time of flight cameras;
3. Depth from stereo cameras;

4. Light field cameras;

5. LIDAR.

Разберем каждый тип камер подробнее.

Structured light cameras – камеры структурного света. Один из самых простых, старых и относительно дешевых способов измерения глубины. Этот метод появился, по сути, сразу, как только появились цифровые фотоаппараты, т.е. более 40 лет назад и сильно упростился чуть позднее, с появлением цифровых проекторов.

Основная идея работы этой технологии заключается в том, что в комнате ставится проектор, который создает, например, горизонтальные (а потом вертикальные) полосы. Рядом располагают камеру, которая снимает картину с полосками. Поскольку камера и проектор смещены друг относительно друга, то и полосы также будут смещаться пропорционально расстоянию до объекта. Измеряя это смещение можно рассчитать расстояние до объекта. Данным способом можно измерять глубину статических сцен в темной комнате [5].

При использовании данного способа возникает большое количество сопутствующих проблем: калибровка проектора и камеры, распознавание сдвига полос и т.д.

Наиболее широко известен этот принцип измерения глубины стал, когда в 2010 году компания Microsoft выпустила сенсор глубины MS Kinect [7] по очень демократичной цене. В последствии данную технологию стала использовать компания Apple (Face-ID) [1] и Huawei в Mate 20 Pro [9].

Time of flight cameras. Данный способ основан на измерении round-trip задержки света (ToF – Time-of-Flight). В помещении устанавливается импульсный источник света и специальная камера. Фактически при работе такого тандема устройств измеряется задержка, с которой свет возвращается в каждую точку. Картинка при этом получается достаточно низкого разрешения (так как необходимо расположить рядом несколько сенсоров с разным временем опроса), но потенциально с высоким FPS («frames per seconds» – «кадры в секунду») [3]. Проблемы возникают, в основном, на границах объектов (что характерно для большинства камер глубины).

Именно камеры такого типа (ToF) в свое время активно тестировал Google в проекте Google Tango [8]. Смысл заключался в том, чтобы объединить данные гироскопа, акселерометра, RGB камеры и камеры глубины, построив трехмерную сцену перед смартфоном. Сам проект так и не был реализован, но создал волну интереса к AR — дополненной реальности — и, соответственно, разработке сенсоров, которые могут с ней работать. Сейчас все наработки вложены в ARCore от Google [4].

Серьезным драйвером рынка на сегодня является бурное (и также экспоненциальное) развитие промышленных роботов, для которых ToF камеры – идеальное решение. Например, если робот упаковывает коробки, то с обычной 2D камерой определить, что начинается заминаться картон, – это крайне нетривиальная задача. А для ToF камеры – это тривиально как зафиксировать, так и обработать в достаточно короткие сроки.

Естественно, это также приводит к появлению продуктов с использованием камер глубины для личного использования. Например, охранная камера с блоком ночного видео и ToF камерой глубины от немецкой компании PMD Technologies [6], которая разрабатывает 3D камеры уже больше 20 лет.

Depth from stereo cameras. Построение карты глубины из стерео хорошо известно и применяется уже больше 40 лет. Главное достоинство подобных камер – солнечный свет им не только не мешает, но и наоборот, делает их результаты лучше, как следствие – активное применение таких камер для всевозможных уличных кейсов. Чаще всего стали применяться в сфере смартфоностроения и автомобилестроения.

Depth from stereo – в плане стоимости оборудования – самый дешевый способ получения глубины, поскольку камеры сейчас недорогие и продолжают быстро дешеветь. Сложность в том, что дальнейшая обработка намного более ресурсоемкая, чем для других способов.

На мобильных телефонах нельзя увеличить диаметр объектива, при этом разрешение быстро растёт. В итоге использование двух и более камер позволяет ощутимо повысить качество фото, снизить уровень шумов в условиях недостаточного освещения, повысить разрешение. Построение карты глубины идет в совокупности с данными функциями. Основные недостатки depth from stereo cameras заключаются в том, что при отсутствии текстуры или уменьшении ее контрастности – шумы по глубине резко возрастают, в итоге появляются серьезные ошибки). Также глубина плохо определяется на небольших по размеру объектах (столбы, трава и т.д.)

В перспективе увеличение мощности аппаратной составляющей смартфонов позволит строить карту глубины для видео, что в свою очередь даст мощный толчок развитию AR технологии.

Light field cameras – дословно переводится как «световое поле». В основе работы таких камер стоит пленоптическая теория. Тема пленоптики (от латинского *plenus* – полный и *ortikos* – зрительный) или световых полей плотно изучается в профессиональной сфере. Основная идея – фиксация в каждой точке не просто света, а двумерный массив световых лучей, что делает каждый кадр четырехмерным. На практике это достигается с использованием массива микролинз.

Данная технология дает большое количество возможностей:

1. Точное измерение фокуса и глубины резкости после съемки.
2. Вычисление формы диафрагмы.
3. Вычисление освещения сцены.
4. Возможность сдвинуть точку съемки и получить так называемый много-ракурсный кадр с одним объективом.
5. Вычисление разрешения.
6. Вычисление карты прозрачности для полупрозрачных границ.
7. Построение карты глубины.

LIDAR cameras (Light Identification Detection And Ranging) – дословно переводится как «система световой идентификации, выявления и определения дальности». Работает по принципу радара, но использует в качестве идентификатора расстояния свет.

Первые LIDAR, построенные как связки подобных устройств, вращающихся вокруг горизонтальной оси, начали использовать военные, потом тестировали в автопилотах машин. В этой сфере LIDAR проявили себя достаточно перспективно, что вызвало мощный всплеск инвестиций в эту технологию. Изначально LIDAR вращались, давая несколько раз в секунду подобную картину.

К преимуществам технологии LIDAR можно отнести:

1. Наиболее высокая точность, в том числе наилучшая среди всех методов на больших расстояниях.
2. Лучше всех работает на однотонных поверхностях, на которых стерео перестает работать.
3. Почти не засвечивается солнцем.

К недостаткам технологии LIDAR можно отнести:

1. Высокое энергопотребление.
2. Относительно низкая FPS.
3. Работающие рядом устройства LIDAR создают друг-другу помехи, которые не так просто компенсировать.

И тем не менее, мы наблюдаем, как буквально за 2 года появился, по сути, новый вид камер глубины с отличными перспективами и огромным потенциальным рынком. В ближайшие годы можно ожидать серьезное снижение цен, в том числе появление небольших универсальных устройств LIDAR для промышленных роботов. Опять же, компания Apple не осталась в стороне и внедрила технологию LIDAR в свои новые iPad и iPhone [2].

В табл. 1 представлен сравнительный анализ камер по определенным критериям: разрешение, точность, сложность обработки, возможности в реальном времени, качество, результат в условиях низкой освещенности, работа на улице.

Таблица 1

Сравнительный анализ типов камер

	TOF	Structured light	Depth from stereo	Light Field	LIDAR
Разрешение	низкое	среднее	высокое	среднее	низкое
Точность	средняя	средняя	низкая	низкая	высокая
Сложность обработки	высокая	средняя	низкая	низкая	высокая
Возможности в реальном времени	высокие	средние	средние	средние	низкие
FPS	среднее	среднее	высокое	низкое	среднее
Качество в условиях низкой освещенности	высокое	высокое	низкое	низкое	высокое
Работа на улице	низкая	низкая	высокая	высокая	высокая
Стоимость	средняя	средняя	низкая	высокая	высокая

Анализируя табл. 1, можно сделать следующие выводы:

1. По разрешению лидирует Depth from stereo, но все очень сильно зависит от сцены (если она однотонная, качество сильно снижается);
2. По точности – LIDAR вне конкуренции;
3. По сложности обработки – «непосредственно» получают глубину только TOF и LIDAR, получение глубины у Depth from stereo и Light Field требует большого количества весьма нетривиальных вычислений;
4. По возможностям в реальном времени лидируют TOF камеры, так как не требуют сложной и длительной постобработки;
5. По FPS конструктивно хороши TOF камеры и в ближайшее время, когда улучшится аппаратная составляющая, их догонят Depth from stereo (способные выдавать до 300 FPS);
6. По результатам в условиях низкой освещенности ожидаемо проигрывают Depth from stereo и Light Field;
7. При работе на улице – плохо работают TOF и Structured light;
8. По стоимости самой доступной технологией получения карты глубины на данный момент является Depth from stereo.

Таким образом мы сравнили 5 существующих технологий камер с 3D сенсорами и выявили их плюсы и минусы. На данный момент самой доступной по стоимости технологией получения карты глубины является Depth from stereo, однако следует учитывать определенные ограничения в ее использовании.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Apple. – URL: <https://support.apple.com/ru-ru/HT208108> (дата обращения: 07.03.2021, доступ свободный).
2. Apple. – URL: <https://www.apple.com/ru/newsroom/2020/03/apple-unveils-new-ipad-pro-with-lidar-scanner-and-trackpad-support-in-ipados/> (дата обращения: 07.03.2021, доступ свободный).
3. Baslerweb. – URL: <https://www.baslerweb.com/en/products/cameras/3d-cameras/basler-blaze/blaze-101/> (дата обращения: 07.03.2021, доступ свободный).
4. Google. – URL: <https://developers.google.com/ar/> (дата обращения: 07.03.2021, доступ свободный).
5. Instructables. Structured Light 3D Scanning. – URL: <https://www.instructables.com/Structured-Light-3D-Scanning/> (дата обращения: 07.03.2021, доступ свободный).
6. Pmdtec. – URL: <https://pmdtec.com/en/> (дата обращения: 07.03.2021, доступ свободный).
7. Semantic Scholar. – URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Implementation-of-natural-user-interface-buttons-Ollila/bb4c451e29a3b2efcc9abc983518c90c0e37cf3c> (дата обращения: 07.03.2021, доступ свободный).
8. Wikipedia. – URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Tango_\(platform\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Tango_(platform)) (дата обращения: 07.03.2021, доступ свободный).
9. XDA. – URL: <https://www.xda-developers.com/huawei-mate-20-pro-update-second-face-unlock> (дата обращения: 07.03.2021, доступ свободный).

А.Д. Ложкин, Д.А. Медведев

**ОБЗОР И СРАВНЕНИЕ ОБЛАЧНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ ТЕСТИРОВАНИЯ
ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

Руководитель – старший преподаватель кафедры системного анализа
и телекоммуникаций С.А. Беликова

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Облачное тестирование (Cloud Testing) – это тип тестирования программного обеспечения, при котором приложение тестируется с использованием служб облачных вычислений [1].

Как видно из названия, эта форма тестирования выполняется в сторонней среде облачных вычислений, в которой находится необходимая инфраструктура для выполнения тестов. Различные типы процессов облачного тестирования позволяют тестировать программное обеспечение и оборудование без обычных ограничений, связанных с ограниченным бюджетом, географическими проблемами, несколькими тестовыми примерами, высокими затратами на тест и т. д.

Целью облачного тестирования является тестирование программного обеспечения на соответствие функциональным, а также нефункциональным требованиям с использованием облачных вычислений, которые обеспечивают более быструю доступность с масштабируемостью и гибкостью, чтобы сэкономить время и деньги на тестирование программного обеспечения.

Несколько облачных инструментов тестирования ПО:

1. SOASTA CloudTest

CloudTest был разработан SOASTA. Это облачный инструмент для тестирования программного обеспечения. Он выполняет нагрузочное тестирование и тестирование производительности мобильных и веб-приложений. Он может работать, размещаясь на одном или нескольких физических серверах или в облаке.

Лучше всего подходит для стартапов, агентств и малого и среднего бизнеса.

Цена: CloudTest можно попробовать бесплатно в течение 30 дней. Получить информацию о ценах можно связавшись с представителем компании.

Функции:

1. CloudTest имеет редактор визуального воспроизведения и создание визуального теста.
2. Настраиваемая панель управления и обратная связь в режиме реального времени.
3. С помощью аналитики в реальном времени вы сможете увеличивать или уменьшать нагрузку во время теста.
4. Используются облачные провайдеры, такие как AWS и Rackspace, для имитации трафика для стресс-тестирования приложения.

2. LoadStorm

LoadStorm – это инструмент облачного нагрузочного тестирования для веб-приложений и мобильных приложений. При использовании данной облачной платформы проще записывать сценарии, и получать контроль над сценариями. Он выполняет углубленный анализ.

Лучше всего подходит для малого и крупного бизнеса.

Цена: от 99 долларов в месяц

Функции:

1. LoadStorm Pro выполняет облачное нагрузочное тестирование и определяет масштабируемость веб-приложений или мобильных приложений.
2. Он предоставляет расширенные отчеты и тем самым дает общий обзор и подробный анализ производительности приложения под нагрузкой.

3. AppPerfect

AppPerfect – это облачный инструмент для тестирования программного обеспечения, который выполняет облачное нагрузочное тестирование нагрузки и тестирование безопасности в облаке. Эта среда облачного тестирования помогает в тестировании веб-приложений в различных комбинациях браузеров, оборудования и ОС.

Лучше всего подходит для малого и крупного бизнеса.

Цена: от 399 долларов в год

Функции:

1. Для облачного нагрузочного тестирования в нем есть средства разработки и записи сценария тестирования, распределенного тестирования, планирования выполнения теста в облачной среде, просмотра и экспорта результатов тестирования, а также исчерпывающей отчетности.
2. Обеспечивает полностью управляемое облачное тестирование, масштабируемое и масштабируемое по запросу.
3. Cloud Security Testing имеет функции соответствия требованиям облачной безопасности, шифрования, обеспечения непрерывности бизнеса и аварийного восстановления.

4. Cloudsleuth

CloudSleuth – это распределенное решение для трассировки, которое работает для Spring Cloud. Это поможет вам записывать данные в журналы. Spring Cloud Sleuth будет работать, добавляя два типа идентификаторов: Trace ID и span ID. Span ID используется для базовой единицы работы, такой как отправка HTTP-запроса.

Лучше всего подходит для предприятий.

Цена: от 30 долларов в месяц

Функции:

- ◆ Можно извлечь все журналы из данной трассировки.
- ◆ Предоставляет абстракцию для распространенных моделей распределенных данных трассировки.
- ◆ Реализует общие точки входа и выхода из приложений Spring.

5. Nessus

Nessus professional – это решение от компании Tenable для оценки уязвимости. Позволяет работать и видеть всю информацию о уязвимостях для AWS, Azure и Google Cloud Platform. Обеспечивает широкий охват уязвимости.

Лучше всего подходит для специалистов по безопасности.

Цена: 2990 долларов в год

Функции:

- ◆ Плагины будут автоматически обновляться в режиме реального времени.
- ◆ Имеются готовые правила и шаблоны.
- ◆ Отчеты можно настраивать.
- ◆ Автономная оценка уязвимости.

6. Wireshark

Этот анализатор сетевых протоколов используется для захвата и интерактивного просмотра трафика, который проходит в компьютерной сети. Wireshark можно использовать как утилиту для тестирования или инструмент для sniffing. Это полезно для устранения неполадок в сети, анализа, разработки программного обеспечения и протоколов связи, а также для обучения.

Лучше всего подходит для малого и крупного бизнеса.

Цена: бесплатно и с открытым исходным кодом.

Функции:

- ◆ Может выполнять глубокую проверку сотен протоколов.
- ◆ Поддерживает различные платформы, такие как Windows, Mac, Linux и UNIX.
- ◆ Поддерживает сотни протоколов и носителей.
- ◆ Wireshark можно использовать на различных устройствах для чтения данных в реальном времени из Ethernet, Token-Ring, FDDI, ATM Connection и т.д.

7. Testsigma

Testsigma – это облачный инструмент автоматизации тестирования мобильных и веб-приложений. Управляемый искусственным интеллектом инструмент, который используется для непрерывного тестирования в Agile и DevOps. Экономит время и деньги за счет параллельного выполнения тестов.

Лучше всего подходит для малого и крупного бизнеса.

Цена: от 249 долларов в месяц.

Функции:

- ◆ Testsigma использует обработку естественного языка, что упрощает написание автоматических тестов.
- ◆ Предоставляет возможность по запуску теста в случае изменения кода.
- ◆ После неудачного завершения одного теста инструмент заранее определяет потенциальные сбои.

8. Watir

Watir предназначен для тестирования веб-приложений. Watir означает тестирование веб-приложений на Ruby. Watir - это библиотека Ruby с открытым исходным кодом, которая поможет вам автоматизировать тесты. Вы можете протестировать любое веб-приложение, независимо от встроенной в него технологии.

Лучше всего подходит для малого и крупного бизнеса.

Цена: бесплатно и с открытым исходным кодом.

Функции:

- ◆ Простое написание, чтение и сопровождение тестов.
- ◆ Простой и гибкий инструмент.
- ◆ Может автоматизировать браузер.

9. AppThwack

AppThwack объединен с Amazon Web Services. AWS предоставляет сервис Device Farm для тестирования приложений. Он может тестировать Android, iOS и веб-приложения. Он может тестировать сразу на нескольких устройствах. Это поможет вам решить проблемы или повысить качество с помощью видео, снимков экрана, журналов и данных о производительности.

Лучше всего подходит для малого и крупного бизнеса.

Цена: от 250 долларов в месяц

Функции:

- ◆ Параллельное выполнение тестов на нескольких устройствах.
- ◆ Предоставляет встроенные фреймворки, с помощью которых не нужно будет писать и поддерживать тестовые сценарии.
- ◆ Можно протестировать свое приложение на общем парке из более чем 2500 устройств.
- ◆ В режиме реального времени может воспроизвести проблему.

Таблица 1

Название	Лучше всего подходит для	Функции	Бесплатный пробный период	Цена
SOASTA CloudTest	стартапов, агентств и малого и среднего бизнеса	нагрузочное тестирование и тестирование производительности	Да	По запросу
LoadStorm	малого и крупного бизнеса	выполняет облачное нагрузочное тестирование и определяет масштабируемость	Да	от 99 долларов в месяц
AppPerfect	малого и крупного бизнеса	имеет функции соответствия требованиям облачной безопасности, шифрования, обеспечения непрерывности бизнеса и аварийного восстановления	Нет	от 399 долларов в год
Cloudsleuth	предприятий	решение для трассировки, которое работает для Spring Cloud	Нет	от 30 долларов в месяц
Nessus	специалистов по безопасности	решение для оценки уязвимости	Да	2990 долларов в год
Wireshark	малого и крупного бизнеса	Может выполнять глубокую проверку сотен протоколов	Да	бесплатно

Testsigma	малого и крупного бизнеса	использует обработку естественного языка, что упрощает написание автоматических тестов	Да	от 249 долларов в месяц
Watir	малого и крупного бизнеса	Простое написание, чтение и сопровождение тестов	Да	бесплатно
AppThwack	малого и крупного бизнеса	Параллельное выполнение тестов на нескольких устройствах	Нет	от 250 долларов в месяц

Заключение. Адекватное тестирование продукта может помочь выявить проблемы для его улучшения. В наши дни гиперконкурентности компании должны максимально использовать облачные технологии, чтобы сэкономить на затратах на инфраструктуру. Облачное тестирование - это одна из методологий, которая может ускорить процесс тестирования, а также снизить накладные расходы на поддержку внутренней инфраструктуры.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. What is Cloud Testing? SaaS Testing Tutorial. – URL: <https://www.guru99.com/cloud-testing-tutorial-with-saas-testing-primer.html> (дата обращения: 14.03.2021).
2. Инструменты облачного тестирования. – URL: <https://ru.photo-555.com/8047615-cloud-testing-tools> (дата обращения: 13.03.2021).
3. Облачные технологии: что это и как использовать бизнесу. – URL: <https://blog.sibirix.ru/2021/01/25/tech-clouds/> (дата обращения: 13.03.2021).
4. 100+ лучших инструментов для тестирования программного обеспечения. – URL: <https://blog.themarfa.name/100-luchshikh-instrumentov-dlia-tiestirovaniia-proghramnogh-obiespiechieniia/> (дата обращения: 12.03.2021).

А.С. Бурцев

«ИДЕАЛЬНЫЙ» МЕНЕДЖЕР ЛИЧНЫХ ФИНАНСОВ

Руководитель – старший преподаватель кафедры системного анализа и телекоммуникаций С.А. Беликова

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Введение. Менеджер финансов – это автоматизированная система, которая позволяет вести учёт финансовой статистики пользователя. В наше время подобные системы начали пользоваться большой популярностью. Это не удивительно ведь с увеличением темпа жизни и внедрением в нашу повседневность информационных технологий, уже нет времени на такой рутинный процесс как учёт собственных доходов и расходов. Несмотря на рутинность этого процесса он не потерял своей актуальности в наше время. Решением этой дилеммы и занимаются всевозможные автоматизированные системы учёта финансов.

От мобильных приложений до специализированных веб-сервисов. Их количество настолько велико, что выбор идеального финансового менеджера становится не лёгкой задачей для любого человека. И даже долгие и тщательные поиски

порой могут не дать желаемого результата. Задавшись этой проблемой, в этой статье я бы хотел провести сравнительный анализ существующих финансовых менеджеров и на их основе построить идеальную модель, которая удовлетворяла бы интересам конкретной группе людей, а именно студентов.

Материалы для сравнения. Первым делом, нужно было найти готовые финансовые менеджеры, которые будут участвовать в сравнительном анализе. Можно было бы, конечно, брать первые попавшиеся, но это может повлиять на конечные результаты. Для того что бы создать идеальный продукт, нужно сравнивать лучшие образцы.

В этом мне помог интернет портал bankiros.ru. Здесь ежегодно публикуется рейтинг самых популярных финансовых приложений.

Уже при беглом просмотре можно заметить, что несмотря на большое разнообразие финансовых приложений они не имеют больших различий в функционале и дизайне. Поэтому нет смысла подвергать анализу их всех, для удобства возьмём только 3 самых популярных: Money Manager, Monefy, Bills Monitor.

Money manager. В описание данного приложения, говорится, что это один из самых многофункциональных финансовых менеджеров. И это действительно так, только вот большинство из его функций можно разблокировать только за дополнительную плату. Так же этот менеджер доступен только в виде приложения для смартфона под управлением операционной системы Android, что несомненно является большим минусом данного решения.

Среди плюсов можно отметить приятный интерфейс, возможность добавления собственных кошельков и формирование отчётов как по категориям, так и за разный период времени.

Monefy. Огромным плюсом данного менеджера является его мультиплатформенность, он доступен на любых актуальных мобильных устройствах и имеет даже свой вебсайт, что делает возможным его использование и через персональный компьютер. Более того менеджер является абсолютно бесплатным и содержится по большей части на добровольные пожертвования пользователей.

К сожалению, на этом его плюсы заканчиваются. Среди минусов можно отметить довольно сложный интерфейс и странный дизайн, который придётся по вкусу далеко не всем пользователям. Более того его функционал является хоть и обширным, но всё же скорее перегружает приложения, не выполняя своей главной задачи – учёта финансов.

Bills monitor. По сути дела, данная система вообще не является личным финансовым менеджером. Скорее это многофункциональный инструмент, который позволяет не только следить за собственными финансовыми операциями, но и управлять ими. Отсюда вытекает его главный минус – перегруженный функционалом интерфейс. Кроме того, приложение является платным и установить его можно только на смартфоны от компании Apple.

Несмотря на большое количество минусов у данного решение есть и свои преимущества. А именно: строгий дизайн, который устроит практически любого пользователя, резервное копирование данных и возможность формирования отчётов любой сложности.

Идеальный продукт. Резюмирую полученный результат, можно сделать вывод о том, какими качествами должно обладать приложения для учёта финансов.

Первым и одним из главных качеств должна быть мультиплатформенность. Данная система должна быть доступна на любых устройствах, независимо от операционной системы. Если в случае с мобильными устройствами всё и так понятно – нужно создавать 2 отдельных приложения под операционные системы Ios и Android, то в случае с персональными компьютерами можно поступить проще и создать web – приложение. Это позволит пользователю получить доступ к своей финансовой статистике с любого персонального компьютера.

Вторым важным фактором системы учёта финансов должна быть возможность резервного копирования данных и просмотра этих данных на разных устройствах. Данная проблема имеет единственное, но довольно элегантное решение, данные просто должны храниться не на самом устройстве, а на удалённом сервере. Это позволит получить к ним доступ с любого устройства. Однако, данное решение, приводит нас к новой проблеме, а именно к безопасности данных.

Решение вопросом безопасности данных, может стать система аутентификации, которая будет показывать данные только зарегистрированным в системе пользователям и только те данные, которые принадлежат лично им.

Третьим важным аспектом финансового менеджера является его функционал. Из исследования видно, что функционал не должен быть слишком обширным, но при этом должен удовлетворять всем основным задачам видения финансовой статистики.

Четвёртым пунктом можно выделить интерфейс системы. Хотя в большинстве случаев красота и удобства приложения является субъективным мнением. Никто не станет отрицать, что интерфейс системы должен быть интуитивно понятным. Так же строгий и минималистичный дизайн, пусть и не понравится каждому, но по крайней мере не будет вызывать раздражение у пользователей.

И последний пункт, который будет особенно важен для студентов – это цена. Опыт исследуемых приложений, показывает, что финансовые менеджеры не требуют больших затрат на обслуживание, что позволяет их сделать бесплатным или частично бесплатными, за счёт, например возможности добровольных пожертвований средств пользователями.

Итог. В заключении можно сказать, что идеальных продуктов не бывает. Всегда будут те, кому будут не нравится те или иные идеи или функциональные особенности приложения. Однако в данной статье, на основе анализа готовых продуктов, я попытался смоделировать оптимальный вариант персонального финансового менеджера.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 7.1-2003 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления. – URL: <http://protect.gost.ru/document.aspx?control=7&id=129865> (доступ свободный).
2. Сайт мониторинга финансовых продуктов. – URL: <https://bankiros.ru/>.
3. *Шориков А.Ф., Буценко К.В.* Интеллектуальная программная система оптимизации адаптивного управления процессами бизнес – планирования / Часть сборника: Прикладная информатика. – 2020. – № 5 (89).

О.А. Хасанов

ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА ОСНОВЕ Q-LEARNING

Руководитель – старший преподаватель кафедры системного анализа
и телекоммуникаций С.А. Беликова

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Целью является создать искусственный интеллект, который покажет более выгодный способ выживания в враждебной среде.

Примером враждебной среды будет ситуация выживания игрока, за которым охотятся враги. За основу примера возьмем игру «doot», в ней используется закрытое помещение, и метод рейкастинга (трассировки, или «бросания», лучей) за счет чего будет получаться ориентироваться в пространстве, в котором игрок перемещается и за ним охотиться противник, у игрока есть возможность подобрать оружие и убить противника, что бы ситуация не была без выходная.

Нейросеть будет обучаться на основе q-learning. Q-learning (калькированный термин – Q-обучение) – это один из алгоритмов реализации метода машинного обучения с подкреплением (reinforcement learning, RL) [1].

Q-learning дает результат при не известности, как добиться желаемого результата.

Используется обратная связь агента со средой по средством вознаграждений, которое принимает три варианта положительный, отрицательный или ноль.

Агент получает награду за попадание по врагу и за его убийство. У агента и врага 100 единиц здоровья. Отрицательную награда за касание игра врагом 20 единиц урона, что стимулирует агента сокращать число касаний, а за по падание с оружия по врагу у врага отнимается 20, за поднятие оружия даться награда в 10 единиц. За время проведение в жизненном состоянии агент получает 10 единиц, а враг его теряет. Ориентироваться персонажи будут помощью метода рейкастинга.

Введем функцию $Q(s, a)$, которая отражает ценность каждого действия a агента, на текущие состояния.

На каждом шаге агента, будет происходить итерационное уточнение значения функции Q , за счет чего будет происходить процесс обучения. Величина награды за ход r_t . Величина максимальной ожидаемой награды $\max_a Q(s_{t+1}, a)$. Введем дополнительный коэффициент γ , для того что бы узнать, что для агента более ценно: награда сейчас или будущие награды. Предсказанная агентом величина функции Q на шаге, должна быть максимально приближена к значению $r_t + \gamma \cdot \max_a Q(s_{t+1}, a)$. Следовательно обозначим формулу 1 ошибки предсказания агента:

$$\Delta q = r_t + \gamma \cdot \max_a Q(s_{t+1}, a) - Q(s_t, a_t). \quad (1)$$

Введем коэффициент α регулирующий скорость обучения объекта. Запишем формулу 2 для итерационного расчета функции Q :

$$Q(s_{t+1}, a_{t+1}) = Q(s_t, a_t) + \alpha \cdot \Delta q. \quad (2)$$

Подставив формулу (1) в формулу (2) получим общую формулу расчета функции Q :

$$Q(s_{t+1}, a_{t+1}) = Q(s_t, a_t) + \alpha \cdot (r_t + \gamma \cdot \max_a Q(s_{t+1}, a) - Q(s_t, a_t)). \quad (3)$$

Реализацию проведём в «Colaboratory» используя «Tensorflow 2». С использованием фильтрации изображений, подробнее описанное в статье Таов А.З. «реализация системы фильтрации изображений» [2]. В результате 2000 эпизодов получи такое распределение наград (рис. 1)

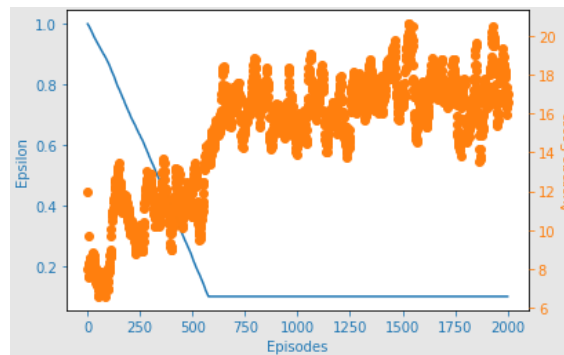


Рис. 5. Результат распределения наград для 2000 эпизодов

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Воронин Алексей*. q-learning для новичков. – URL: <https://blog.foxyllab.com/q-learning> (дата обращения: 20.02.2021).
2. *Таов А.З.* реализация системы фильтрации изображений // Инновационные технологии и дидактика в обучении: Сб. статей VI Международной научно-практической конференции. – 2018. – С. 121-124.

***Информационно-аналитические системы
и методы искусственного интеллекта***

В.В. Сысоев, А.В. Прибыльский

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ
КАРДИОДИАГНОСТИКИ НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Руководитель – к.т.н., доцент кафедры систем автоматического управления
А.В. Прибыльский

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ), являющиеся ведущей причиной смерти во всем мире, составляют 17 миллионов смертей, что составляет треть от общего количества умерших. По статистике от сердечно-сосудистых заболеваний в России умирает один миллион человек в год. В пересчете на 100 тысяч населения российская статистика печальна – это в 2 раза выше, чем в европейских странах и в полтора раза больше, чем в среднем по планете. Государства принимают меры борьбы с ССЗ, но многое зависит от самого заболевшего [1].

Врачей по-прежнему учат диагностировать ССЗ на основе истории болезни, биомаркеров, простых оценок и физических обследований отдельных пациентов, которые они интерпретируют в соответствии со своим личным клиническим опытом. Затем они сопоставляют каждого пациента с традиционной таксономией медицинских состояний в соответствии с субъективной интерпретацией медицинской литературы. Такая процедура все чаще оказывается подверженной ошибкам и неэффективной. Более того, сердечно-сосудистые технологии постоянно увеличивают свои возможности по сбору больших объемов данных, что делает работу врачей более требовательной. Поэтому автоматизация медицинских процедур необходима для повышения качества здоровья пациентов и снижения стоимости систем здравоохранения.

В последнее время наблюдается привлечение новых методик и алгоритмов, которые позволяют эффективнее справляться с проблемами диагностики ССЗ. Но вместе с большим количеством новых знаний приходит ещё большее количество данных, используемых медиками для проведения различных исследований. Такая проблема касается и область кардиологии, где реакция от медиков должна быть оперативной, во избежание жертв. Крайне важно, чтобы система имела хорошую точность определения диагноза, а также быстрое действие, чтобы можно было отслеживать состояние пациента в режиме реального времени. В данной статье будут рассмотрены перспективы развития современных системы диагностики на основе нейронных сетей для анализа кардиограммы.

На сегодняшний день тематика нейронных сетей в медицине не является новинкой, особенно для задач распознавания ЭКГ, но всё же сейчас не так много полностью функционирующих систем диагностики на основе нейронных сетей. Машинное обучение меняет подходы к диагностике, прогнозированию рисков, профилактике и лечению сердечно-сосудистых заболеваний. Эти новые методы открывают большие перспективы, включая скорость интеграции больших объемов данных, большую персонализацию диагностики и лечения и обнаружение скрытых взаимосвязей. Однако они порождают новые методологические проблемы.

Проводя анализ существующих нейросетевых технологий в кардиологии стоит отметить работу Стэнфордского университета, UCSF и Rhythm Technologies [2], суть которой заключалась в нахождении оптимальной структуры нейронной сети для диагностирования и классификации проблем с сердечно сосудистой системой.

В ходе исследований была разработана структура нейронной сети, являющаяся максимально эффективной для задачи распознавания ССЗ на основе медицинских данных электрокардиографии (ЭКГ) (рис. 1).

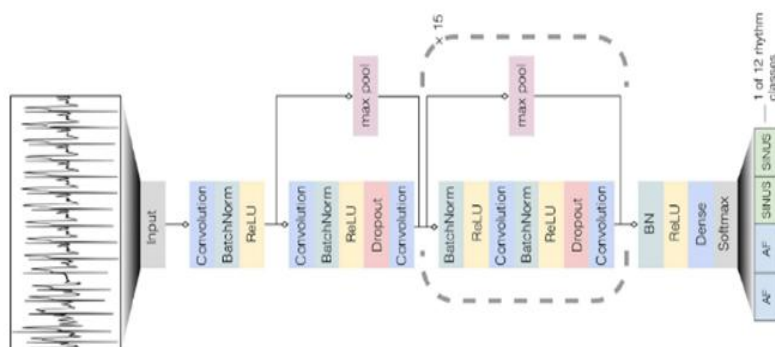


Рис. 6. Структура нейронной сети UCSF

Для обучения нейронной сети были использованы записи ЭКГ 53 549 пациентов. Снятие кардиограммы происходило на протяжении двух недель с помощью портативного кардиографа Zio XT6. Сама нейросеть состоит из 33 свёрточных слоёв и принимает на вход не обработанные данные с кардиографа. В результате данная нейросеть определяет один из 12 типов ритма, для диагностики, и точность данной сети является – 97 %. На практике данный алгоритм способен быстрее точнее определять виды аритмии и нормальную работу сердца. Уровень чувствительности (вероятности классификации) составил 0.83 у алгоритма, и 0.78 у кардиолога. Кроме того, нейросеть способна различать разницу между нерегулярными сердечными ритмами и фоновым шумом, вызванным помехами того или иного типа, например, отключением кардиографа.

Данная нейросетевая технология уже применяется. Компания iRhythm Technologies – разработчик Zio XT6 – уже применяет алгоритм для анализа данных реальных пациентов.

Так же в исследовании производилось сравнение многослойного перцептрона (рис. 2) и модульной структуры организации нейронной сети (рис. 3), как вариантов построения системы автоматизированного анализа электрокардиосигнала [3].

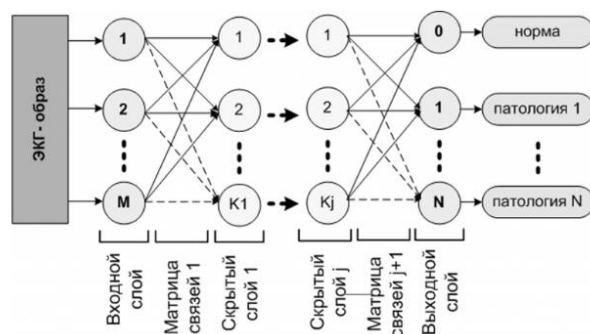


Рис. 7. Структура многослойного перцептрона для распознавания патологий по ЭКГ (M – количество элементов образа ЭКГ, K_j – число нейронов в j -том слое, N – количество анализируемых патологий)

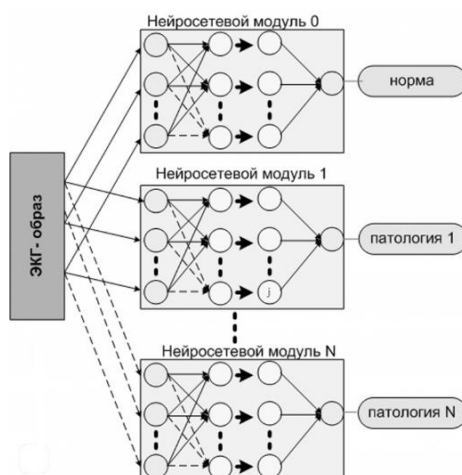


Рис. 8. Модульный вариант построения нейронной сети для распознавания патологий сердца по ЭКГ

В исследовании также была рассмотрена проблема автоматической классификации патологий, и в том числе виды аритмий сердца по одноканальной записи PQRST-комплекса ЭКГ, но будет рассмотрен только вариант для распознавания аритмий, чтобы можно было сравнить. Также патологии, что связаны с аритмией сердца, были вынесены в отдельную базу данных. Для реализации системы распознавания патологий ЭКГ была выбрана нейронная сеть прямого распространения (рис.1,2), состоит она всего из трёх слоёв (1 входной, 1 скрытый, 1 выходной) в двух вариациях.

Для создания входного образа производились следующие процедуры:

1. PQRST-комплексы локализовались по R-зубцу.
2. Из исходных сигналов вырезалась часть ЭКГ, соответствующая временному окну равному максимальной длине PQRST-комплекса.
3. Производилось изменение частоты дискретизации до 150 Гц.
4. Применялось нормирование полученных образов до динамического диапазона нейронов (от 0 до 1), которые далее использовались для обучения и тестирования нейронных сетей.

На основе данной процедуры были сформированы две разные базы данных для патологий и аритмий. База данных патологий составлена на основе записей кардиоциклов, сгруппированных в 8 базовых классов, соответствующих известным видам заболеваний сердца. Записи кардиоциклов были разделены на обучающую и тестовую подборки. Датасет аритмий был составлен на основе записей кардиоциклов, соответствующих известным видам заболеваний сердца, связанных с аритмией. Они были сгруппированы в 12 базовых классов и разделены также на обучающую и тестовую подборки.

Каждая патология была представлена реальными ЭКГ сигналами, включая помехи. Исследование производилось путём обучения нейронных сетей с разным количеством нейронов в скрытом слое. После обучения каждая сеть тестировалась на составленных ранее тестовых подборках. После тестирования количество нейронов скрытого слоя корректировались, чтобы выбрать значение, при котором в серии из трёх испытаний получить лучшие значения: чувствительности – мера обнаружения присутствия искомого заболевания; специфичности – мера точности определения отсутствия исследуемого заболевания.

В ходе исследования распознавании аритмий, было выяснено, что преимущество за модульной структурой нейронной сети. Здесь средняя чувствительность составила 83 % (80,5 % в случае многослойного персептрона), а средняя специфичность – 99,56 % (99,32 % в случае многослойного персептрона), средняя погрешность – 0,005 (0,007 – в случае многослойного персептрона).

Из анализа представленных методов сделан вывод, что подход использующий модульный вариант нейронной сети для распознаваний имеет схожие идентичные параметры чувствительности по сравнению со свёрточной нейронной сетью, что даёт довольно хорошую вариативность реализации в разных ситуациях диагностических систем без потери точности и имеет больше перспектив к дальнейшему исследованию и практическому применению в клинической диагностике.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Статистика сердечно-сосудистых заболеваний в России на 2020. – URL: <https://chekhovsc.ru> (дата доступа: 01.03.2021).
2. *Goldberger A.L., Amaral L.A.N., Glass L., Hausdorff J.M., Ivanov P.Ch., Mark R.G., Mietus J.E., Moody G.B., Peng C.K., Stanley H.E.* PhysioBank, PhysioToolkit, and PhysioNet: Components of a New Research Resource for Complex Physiologic Signals // *Circulation* 101(23):e215-e220.
3. *Аль Мабрук Мохаммад.* Аппаратно-программные средства и алгоритмы распознавания патологий сердца на основе персептронных сетей: автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – Рязань, 2011. – 19 с.
4. *Онищенко П.С., Клышников К.Ю., Овчаренко Е.А.* Искусственные нейронные сети в кардиологии: анализ численных и текстовых данных // *Математическая биология и биоинформатика.* – 2020. – Т. 15, № 1. – С. 40-56. – Doi: 10.17537/2020.15.40.
5. *Charlton P.H., Bonnici T., Tarassenko L., Clifton D.A., Beale R., and Watkinson P.J.* An assessment of algorithms to estimate respiratory rate from the electrocardiogram and photoplethysmogram // *Physiological measurement.* – 2016. – Vol. 37, No. 4. – P. 610. [Online]. – Available: <https://peterhcharlton.github.io/RRest/vortal/dataset.html>.
6. *Ramesh A.N., Kambhampati C., Monson J.R.T., Drew P.J.* Artificial intelligence in medicine. *Ann. R. Coll. Surg. Engl.* – 2004. – Vol. 86, No. 5. – P. 334-338. – Doi: 10.1308/147870804290.
7. *Жариков О.Г., Ковалев В.А., Литвин А.А.* Современные возможности использования некоторых экспертных систем в медицине // *Врач и информационные технологии.* – 2008. – № 5. – С. 24-30.
8. *Хайкин С.* Нейронные сети: полный курс. – 2-е изд.: пер. с англ. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2006. – 1104 с.
9. *Дехтярь Г.Я.* Электрокардиографическая диагностика. – 2-е изд., перераб. и доп. – М: Медицина, 1972. – 402 с.
10. Применение нейронных сетей для задач классификации. – URL: <http://www.basegroup.ru> (дата доступа: 01.03.2021).

А.А. Унгурия

**МЕТОДЫ НАСТРОЙКИ КЛАССИФИКАТОРОВ
ПРИ НЕСБАЛАНСИРОВАННОСТИ ДАННЫХ**

Руководитель – д.т.н., профессор А.Н. Целых

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Одной из проблем, возникающих при разработке моделей машинного обучения для классификации, является несбалансированность классов. Большинство алгоритмов машинного обучения для классификации были разработаны с учетом сбалансированных классов, однако в реальной жизни не всегда встречаются правильно сбалансированные данные.

Проблема несбалансированной классификации заключается в том, что возникает ситуация, когда доля примеров некоторого класса (миноритарного) относительно другого (мажоритарного) слишком мала, чтобы модель могла эффективно изучить обучающую выборку для лучшего прогнозирования.

При использовании стандартных методов классификации в такой ситуации часто возникает проблема, что, уменьшая общую ошибку, классификатор полностью относит интересующий класс к шуму.

Существует несколько путей для решения данной проблемы: уменьшение большего класса и увеличение меньшего класса.

Уменьшение большего класса. Удаление примеров мажоритарного класса может происходить как случайным образом (Random Under Sampling), тогда выбирается и удаляется такое количество K мажоритарных примеров, при котором достигается нужный уровень соотношения классов, либо же удаление происходит по определенным правилам [2]. Например, стратегия поиска связей Томека (Tomek Links).

Пусть у нас есть несколько примеров x_i, x_j , принадлежащим разным классам, а $d(x_i; x_j)$ – расстояние между этими объектами в двумерном пространстве признаков. Тогда пара $(x_i; x_j)$ – будет называться связью Томека, если не найдется ни одного x_g , для которого будет справедлива система:

$$\begin{cases} d(x_i; x_g) < d(x_i; x_j) \\ d(x_j; x_g) < d(x_i; x_j) \end{cases} \quad (1)$$

В результате применения этой стратегии все записи большего класса, входящие в связь Томека, будут удалены. Этот способ применяется для удаления шумовых данных.

Увеличение меньшего класса. Еще одним методом восстановления баланса является увеличение миноритарного класса (Over Sampling), который дублирует некоторые записи меньшего класса в зависимости от того, какое соотношение классов необходимо получить [2].

Одним из таких алгоритмов является SMOTE.

Техника синтетического меньшинства SMOTE (Synthetic Minority Oversampling Technique) – это техника увеличения миноритарного класса, работающая иначе, чем типичная техника увеличения меньшего класса.

В классическом методе увеличения миноритарного класса дублируются произвольные данные миноритарного класса. Он увеличивает количество данных, но не дает никаких новых сведений или изменений в модели машинного обучения.

SMOTE работает, используя алгоритм k -ближайшего соседа (KNN) для создания синтетических данных. Выбрав произвольные данные из миноритарного класса, устанавливается количество k -ближайших соседей из данных. Затем синте-

тические данные будут сделаны между случайными данными и выбранным k-ближайшим соседом, расстояние до которого минимально. Евклидово расстояние является наиболее распространенной метрикой по которому рассчитывается расстояния в низкоразмерных наборах данных:

$$D_E = \sqrt{\sum_i^n (x_i - y_i)^2}. \quad (2)$$

Все эти шаги повторяются до тех пор, пока класс меньшинства не достигнет той же пропорции, что и класс большинства.

Метрика. Один из основных критериев, который следует учитывать при работе с несбалансированными данными в задаче классификации, – это используемая метрика. Она используется для оценки качества моделей и сравнения различных алгоритмов [4].

Допустим у нас есть два класса class 0, class 1 и алгоритм, предсказывающий принадлежность объекта к одному из классов. Тогда матрица ошибок будет иметь вид:

Таблица 1

Матрица ошибок

	Real class 0	Real class 1
Predicted class 1	True Positive (TP)	False Positive (FP)
Predicted class 0	False Negative (FN)	True Negative (TN)

Таким образом, ошибки классификации бывают двух видов: False Negative (FN) и False Positive (FP). Тогда рассмотрим, как рассчитываются некоторые из метрик.

Accuracy рассчитывается, как доля правильных ответов алгоритма:

$$accuracy = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN}. \quad (3)$$

Precision (точность) можно интерпретировать как часть объектов, названных классификатором положительными и при этом действительно являющимися положительными, а recall (полнота) показывает, какую долю объектов положительного класса из всех объектов положительного класса нашел алгоритм.

$$precision = \frac{TP}{TP+FP} \quad (4)$$

$$recall = \frac{TP}{TP+FN}. \quad (5)$$

Метрика F1-Score понимается как среднее гармоническое между Precision и Recall:

$$F1 - Score = \frac{2 \times (Precision \times Recall)}{Precision + Recall}. \quad (6)$$

Сравнение методов Under Sampling, Over-Sampling и SMOTE. Для того чтобы сравнить данные методы, можно использовать реализации, предоставляемые библиотекой Imbalanced-learn (Python) с открытым исходным кодом. С помощью функции make_classification() scikit-learn был создан синтетического набора данных бинарной классификации с 10000 примерами и соотношением классов 1:100 [1].

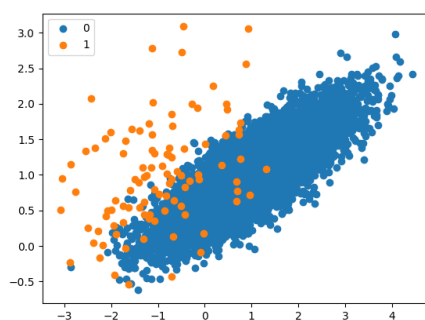


Рис. 1. Полученный Imbalanced Dataset

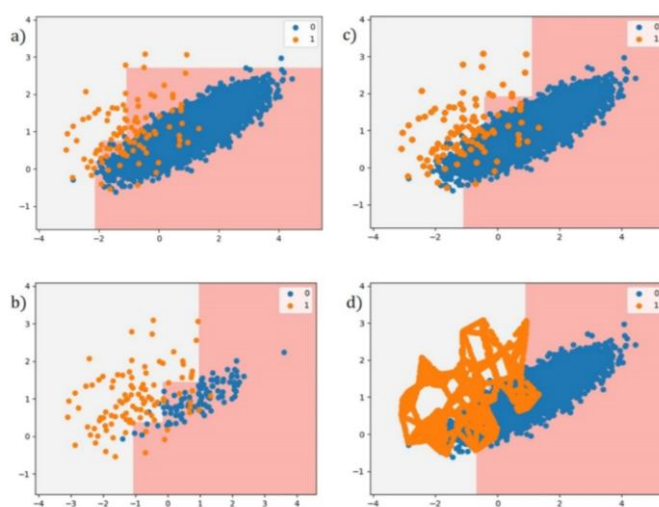


Рис. 2. a – Классификация без восстановления баланса классов; b – Метод Under Sampling; c – Метод Over Sampling; d – Метод SMOTE

На рис. 2 можно наблюдать как изменился баланс классов после применения алгоритмов балансировки.

Как мы видим, алгоритм Under Sampling удалил выборки из класса большинства, подведя его к размеру класса меньшинства. Алгоритм Over Sampling дублировал элементы миноритарного класса. А алгоритм SMOTE синтезировал выборки класса меньшинства до тех пор, пока они не уравновесились с классом большинства.

Результаты измерения метрик используемых алгоритмов представлены в таб. 2.

Таблица 2

Результаты измерения метрик

	Модель без коррекции	Метод Under-Sampling	Метод Over-Sampling	SMOTE
Accuracy	0,992	0,875	0,8916	0,9012
Precision	0,668	0,9367	0,9667	0,9353
Recall	0,37	0,809	0,8114	0,863
F1-Score	0,4613	0,8524	0,882	0,897

Из результатов измерения метрик следует, что при использовании методов балансировки данных качество обучаемой модели повышается. Наилучший результат на данном наборе данных показал метод синтетического увеличения миноритарного класса SMOTE. Также, можно заметить, что показатель accuracy вводит в заблуждение (accuracy модели без коррекции составляет 99,2 %), если рассматривать несбалансированные модели (парадокс точности).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Imbalanced-learn. – URL: <https://imbalanced-learn.org/stable/introduction.html>.
2. 5 SMOTE Techniques for Oversampling your Imbalance Data // Towards Data Science. – URL: <https://towardsdatascience.com/5-smote-techniques-for-oversampling-your-imbalance-data-b8155bdbc2b5>.
3. SMOTE for Imbalanced Classification with Python // Machine Learning Mastery. – URL: <https://machinelearningmastery.com/smote-oversampling-for-imbalanced-classification/>.
4. Tour of Evaluation Metrics for Imbalanced Classification // Machine Learning Mastery. – URL: <https://machinelearningmastery.com/tour-of-evaluation-metrics-for-imbalanced-classification/>.

Вычислительная техника и инфокоммуникационные технологии

А.А. Буренко

КОНВЕРТАЦИЯ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ СИСТЕМ МОДЕЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ*

Руководитель – к.т.н., доцент кафедры вычислительной техники М.Ю. Поленов

Южный федеральный университет, г. Таганрог

В области моделирования сложных технических систем, как и во многих областях современной информационной науки, существует тенденция непрерывного совершенствования – разработки новых инструментальных программных средств моделирования, а также улучшения уже используемых средств. Их многообразие приводит к актуализации задачи конвертации (трансляции) моделей для их дальнейшего использования исследователями в новых средствах в силу необходимости сохранения и повторного использования ранее разработанных и отлаженных моделей сложных систем и их компонент.

Однако каждый процесс трансляции существующих моделей в требуемый формат означает значительные дополнительные временные затраты, в том числе и на изучение нового средства моделирования, языка и формата представления моделей [1]. Для решения этой проблемы возникла необходимость в разработке средств конвертации моделей между исходной и целевой средами моделирования. Результатом стала программная среда многоязыковой трансляции, названная Мультиязычным транслятором (МТ) [2]. Основой процесса конвертации моделей является трансляционный модуль (ТМ) Мультиязычного транслятора, представляющий собой набор правил описания грамматик исходного языка моделирования на языке описания грамматик и генерации выходного кода моделей действий преобразования на языке описания действий. Мультиязычный транслятор реализован как среда разработки транс-

* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-07-00936.

ляционных модулей, а также как среда конвертации моделей, использующая уже разработанные трансляционные модули. При разработке ТМ необходимы как знания самой среды, входного и выходного языков описания моделей, так и языков описания трансляционного модуля Мультитранслятора [3, 4].

В процессе работы с МТ и в качестве развития предложенного подхода была определена целесообразность разработки версии Мультитранслятора в виде клиент-серверного приложения на основе архитектуры распределенных систем. В данной версии МТ размещался на стороне сервера для трансляции моделей удаленных исследователей-клиентов, выполняя тем самым распределенную реализацию подхода к повторному использованию моделей. Также было решено дополнительно реализовать в данном приложении функцию распределенного хранилища (репозитория) моделей, что значительно упростило совместный доступ исследователей к исходным и оттранслированным моделям.

Благодаря объединению функций трансляции и хранения исходных и конвертированных моделей была создана распределенная библиотека моделей. В этой библиотеке на стороне исследователя-клиента используется пользовательский интерфейс по подключению к серверу, выбору трансляционного модуля для конвертации, выбору исходных моделей из локального или серверного хранилища, а также по завершению процедуры трансляции и доступу к коду конвертированной модели на выходном языке для целевой среды моделирования.

Дальнейшее развитие предложенного подхода выполнялось в направлении автоматизации трансляции и разрешения исключительных случаев, возникающих при трансляции моделей, вызванных недостаточностью входных данных или неопределенностью решений по конвертации моделей, возникающей при наличии слишком большого числа исходов при разборе.

Для решения данных задач было предложено использование экспертной системы (ЭС), при построении которой базовым элементом является реализация базы знаний. При этом основным процессом синтеза необходимых знаний для базы знаний является инжиниринг знаний [1], представляющий собой разработку систем, основанных на знаниях любой отрасли [5]. Он, в общем виде, состоит из определения и выбора источника знаний с последующим их приобретением, анализом и извлечением [6]. Для сбора знаний прежде всего необходимо вынести требования к получаемым знаниям. В этот этап входит определение источника знаний, оценка важности источников, оценка их доступности и, как итог, выбор источников для их использования в ходе разработки.

В качестве основного источника использовались трансляционные модули Мультитранслятора. Поскольку трансляционный модуль агрегирует все знания, которые использует МТ в ходе процесса трансляции моделей, то декомпозировав его, можно заложить фундамент базы знаний [1]. На следующих этапах рассматривалась техническая документация исходного языка описания моделей и выходного языка, на котором генерируется результат трансляции, затем основные публикации по расширенному описанию этой документации с практическими примерами, и наконец, завершающим этапом является получение знаний от экспертов.

В результате была обеспечена интеллектуальная поддержка трансляции моделей и обеспечение их повторного использования. Полученные результаты позволили расширить функциональные возможности распределенной библиотеки моделей при трансляции внешних моделей за счет использования экспертной системы и эффективной обработки неопределенностей, возникающих в процессе трансляции. Это позволило сократить временные затраты на конвертацию внешних моделей при моделировании сложных систем.

Необходимость в интеллектуальной поддержке многоязыковой трансляции возникла, например, при решении задачи конвертации моделей при моделировании мобильных роботизированных платформ (МРП) [7]. Многие из этих платформ моделируются и исследуются на основе Robot operation system (ROS), которая использует языки C++ и Python для описания моделей.

Структура модели в ROS может быть представлена в виде нескольких узлов, соединенных между собой в граф. Узлы передают друг другу сообщения, используя потоковую передачу посредством сетевых протоколов (TCP, UDP), RPC-сервисов и сервера параметров. В общем случае узел – это процесс, который производит вычисления [8], но он также может быть представлен как модель. ROS позволяет использовать при моделировании МРП модульную архитектуру с помощью механизма независимых узлов. На выходе узла происходит публикация данных в специальном формате сообщения.

Для сред MATLAB и Octave на настоящий момент существует большое количество моделей, и применение многоязыковой трансляции позволит использовать эти модели, не создавая их заново, позволяя сократить время моделирования. Однако для применения трансляции моделей с интеллектуальной поддержкой потребуется трансляционный модуль (ТМ) Мультиязычного транслятора, который позволит перевести MATLAB-модели в модели на C++ с учетом формата описания узлов в системе ROS. Также необходима еще одна, соответствующе настроенная база знаний для экспертной системы [9].

Экспертная система позволит автоматизировать процесс трансляции моделей путем обработки исключительных случаев и неопределенности данных. Поэтому реализация такой поддержки позволит избежать необходимости обращаться за помощью к эксперту языка моделирования.

В результате выполненных разработок стало возможным успешное использование трансляции моделей узлов для интеграции в систему моделирования мобильных роботизированных платформ. Это позволяет ускорить и упростить разработку системы моделирования мобильных роботизированных платформ, а также использовать Мультиязычный транслятор и распределенную библиотеку моделей в качестве средства трансляции, расширяя их функциональность и улучшая универсальность предложенного подхода.

Рассмотренные разработки в области многоязыковой трансляции моделей являются востребованными и актуальными для применения в современных системах модельно-ориентированного моделирования. Многоязыковая трансляция позволяет: учесть особенности представления моделей в различных системах моделирования; обеспечить перевод моделей в целевые форматы с сохранением специфики их формализованного представления; существенно сократить время разработки необходимых трансляционных модулей для выбранных направлений конвертации; расширить возможности повторного использования ранее разработанных моделей в целевых средах моделирования. Рассматриваемые принципы организации конвертирования кодов моделей позволяют эффективно модернизировать разработанные средства, дополнять или изменять трансляционные модули.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Поленов М.Ю., Курмалеев А.О.* Использование инжиниринга знаний для интеллектуальной поддержки трансляции моделей // Известия ЮФУ. Технические науки, 2020. – № 5. – С. 123-130.
2. *Чернухин Ю.В., Гузик В.Ф., Поленов М.Ю.* Многоязыковая трансляция средств виртуального моделирования. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2009. – 368 с.

3. Chernukhin Yu., Guzik V., Polenov M. Multilanguage Translation Usage in Toolkit of Modeling Systems // WIT Transactions on Information and Communication Technologies, 2014. – Vol. 58. – P. 397-404.
4. Поленов М.Ю., Пуховский В.Н., Маслаков А.А. Программная трансляция моделей для систем моделирования // Информатизация и связь, 2018. – № 4. – С. 25-30.
5. Kendal S., Creen M. An introduction to knowledge engineering. – Springer, 2007. – 300 p.
6. Gonzalez A.J., Dankel D.D. The Engineering of Knowledge-based Systems: Theory and Practice. – Prentice-Hall, 2000. – 523 p.
7. Поленов М.Ю., Пуховский В.Н., Курмалева А.О. Организация трансляции моделей при моделировании мобильных роботизированных платформ // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2017. – № 6-2 (80). – С. 184-190.
8. Nodes explanation. Robotic operation system. – URL: <http://wiki.ros.org/Nodes> (дата обращения: 11.03.2021).
9. Polenov M., Gushanskiy S., Kurmaleev A. Synthesis of Expert System for the Distributed Storage of Models // Advances in Intelligent Systems and Computing. Springer Verlag, 2017. – Vol. 575. – P. 220-228.

Д.А. Подопригора, И.А. Тамбиев

**ОБЗОР МЕТОДОВ ОРГАНИЗАЦИИ СТРУКТУРИРОВАННЫХ ДАННЫХ
В СИСТЕМАХ НА ОСНОВЕ ОНТОЛОГИЧЕСКИХ БАЗ ДАННЫХ**

Руководитель – доцент кафедры вычислительной техники Е.Р. Мунтян

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Данная работа посвящена анализу и сравнению методов организации структурированных данных в системах на основе онтологических баз данных. Целью работы является выявление слабых и сильных сторон существующих подходов к организации онтологии для определения методов организации структурированных данных в системах на основе онтологических баз данных, предположительно используемых в рамках дальнейшего исследования.

Онтология, баз данных, СОЗ, графы, семиотический подход, формальные понятия.

Актуальность темы исследования обусловлена популярностью использования онтологий для структуризации данных. Онтологии применяют чтобы описать понятия конкретной области и отношения между ними. Также их используют как основу для интеграции баз данных, которые содержат фактические знания, необходимые для полноценного функционирования экспертной системы [1]. Помимо этого ранее созданные онтологии можно повторно использовать для создания систем основанных на знаниях (СОЗ), что позволяет таким системам быть более качественными.

Онтологии распространены во многих областях таких как системы управления знаниями организаций [2], электрокардиография [3], сценарии обработки данных при проектировании самолетов [4]. В первой области онтология упрощает описания знаний предметной области, делая их более доступными и понятными, тем самым решает проблему декларирования терминологии [3]. Во второй области благодаря онтологии реализуется навигация и семантический поиск информации и знаний, хотя в подходах реализуемых ранее такое было невозможно организовать [2]. В третьей области онтологии позволяют дизайнеру улучшить классификацию и анализ информации, используемые для выбора характеристик новой концепции самолета [4].

В рамках данного исследования перед группой авторов ставится перспективная задача разработки онтологии, в качестве предметной области которой предполагается исследовать механизмы влияния макро- и микроэкономики на спрос цен

на нефть. Для выбора наиболее подходящего метода необходимо выполнить обзор и анализ существующих методов организации структурированных данных в системах, которое основаны на онтологических базах данных.

Перед созданием онтологий стоит учесть недостатки, которые указаны ниже:

- ◆ высокие требования к экспертам предметной области и инженерам по знаниям;
- ◆ длительность и трудоемкость;
- ◆ сложность формализации процессов разработки;
- ◆ вероятность того, что результат онтологии будет субъективной.

Ниже рассмотрим некоторые подходы, предложенные исследователями для решения поставленной задачи.

Семиотический подход. Реализация данного подхода разделяется на пассивную(семантика) и активную(прагматика). В первой части содержится база данных и знаний, которые важны при функционировании системы. Во второй части – наборы действий, процессов, выполняющихся в системе. В настоящее время под семантикой понимают непростой структурой, которая предназначается для хранения данных и знаний, для её представления используется как правило графовые модели, такие как гиперграфы, метаграфы [4].

В работе [5] отмечается, что модели неориентированных гиперграфов не подходят для моделирования сложных иерархий между элементами, такую задачу лучше решать при помощи модели метаграфа, а точнее с помощью метавершин.

Использование моделей метаграфа позволяет определять прагматику информационной системы. Метавершины, которые позволяют определить ненаправленные семантические связи между элементами данных, помогают описать данные таких систем. Также эксперты используя метавершины могут аннотировать существующие семантические элементы и не перестраивая отношения между ними, что позволяет при изменении прагматики информационной системы гибко достраивать семантику информационной системы [5]. А метаребра применяются при описании действий информационной системы.

Метод анализа формальных понятий. Реализация данного подхода [6] заключается в том, что на множестве объектов U и атрибутов V определенное отношение $I \subseteq U \times V$, такое, что pla , где $p \in U, a \in V$, тогда и только тогда, когда a есть атрибут объекта p . Тройка $K = (U, V, I)$ называется формальным контекстом. Формальный контекст может быть представлен в виде бинарной матрицы, строки которой помечены именами объектов, а столбцы – значениями атрибутов. Определяется соответствие Галуа (оператор замыкания):

$$P' := \{y \in V \mid xly \text{ для всех } x \in P\}, \text{ где } P \subseteq U, \quad (1)$$

$$G' := \{x \in U \mid xly \text{ для всех } y \in G\}, \text{ где } G \subseteq V.$$

Тогда пара (P, G) , которая удовлетворяет условиям $P \subseteq U, G \subseteq V, P = G$ и $G' = P$, считается формальным понятием (концептом) контекста $K = (U, V, I)$. Множество всех объектов P составляет объем понятия, а множество всех атрибутов G , которыми они обладают, – содержание понятия. Каждый объект $p \in P$ обладает всем атрибутами из множества G . Каждым атрибутом $g \in G$ обладают все объекты их множества P . Таким образом, формальное понятие – это множество всех объектов из данной предметной области, каждый из которых обладает всеми атрибутами из некоторого подмножества атрибутов, присущих этим объектам [6].

Эксперт вначале работает с атрибутами предметной области, находя между ними взаимосвязь, что позволяет автоматизировать задание контекста для построения правильной таксономии.

Если применять такой метод можно повысить эффективность извлечения знаний из эксперта и их структуризации для формализации построения онтологии. Важное отличие этого метода – ориентация на атрибуты, а в традиционных на понятия и объекты.

Анализ предложенных подходов позволяет сделать вывод об эффективности использования графо ориентированных структур при разработке онтологии, как, например, предложено в исследованиях [4–6]. Однако, такие подходы не учитывают возможные разнотипные отношения между объектами (понятиями или терминами) онтологии. В тоже время в работах [7–10] отмечается целесообразность применения нечетких графов с разнотипными связями для представления знаний, что позволяет сделать вывод о необходимости дальнейших исследований в данной области.

В рамках дальнейших исследований перед авторами поставлена задача разработки онтологии заданной предметной области в соответствии с предположенной методикой:

- ◆ формальное задание модели онтологии;
- ◆ выбор метода структуризации данных в проектируемой онтологии;
- ◆ методика построения отношений между понятиями онтологии и объектами (и их атрибутами) модели;
- ◆ проведение экспериментальных исследований, подтверждающих эффективность предложенных подходов.

Заключение. Результатом исследования является обзор и анализ методов организации структурированных данных в системах на основе онтологических баз данных. После анализа нескольких подходов в качестве рекомендации для проектирования онтологии предлагается использование семиотического подхода, основанный на нечетких графах с разнотипными связями. Причина такого выбора заключается в том, что использовав его можно гибко достроить семантику информационной системы при изменении целей. С другой стороны в дальнейшей реализации предложенных подходов необходимо предусмотреть возможности вложенности вершины с целью моделирования сложных иерархических отношения между элементами данных.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Гаврилова Т.А., Кудрявцев Д.В., Муромцев Д.И.* Инженерия знаний. Модели и Методы: учебник. – СПб.: Изд-во «Лань», 2016. – 32 с.
2. *Козлов С.В., Тузовский А.Ф., Чириков С.В., Ямпольский В.З.* Использование онтологий в системах управления знаниями организаций // Известия Томского политехнического университета. – 2006. – Т. 309, № 3.
3. *Корсаков И.Н., Атабаева В.Д., Разнометов Д.А.* Использование онтологии в электрокардиографии // ДОКТОР.РУ. – 2013. – № 6 (84). – С. 70-75.
4. *Flores Javier, Osseni Kamil, Borgest Nikolai.* Using ontologies for data processing scenarios in aircraft designing // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем. – 2018. – № 8. – С. 277-283.
5. *Самохвалов Э.Н., Ревунков Г.И., Гапанюк Ю.Е.* Использование метаграфов для описания семантики и прагматики информационных систем // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2015. – № 1.
6. *Пронина В.А., Шипилина Л.Б.* Использование отношений между атрибутами для построения онтологии предметной области // Control sciences. – 2009. – № 1.

7. Мунтян Е.Р., Литвиненко В.Н. Представление знаний в организационных системах с использованием графов // Гибридные и синергетические интеллектуальные системы: материалы V Всероссийской Поспеловской конференции с международным участием. – Калининград: Изд-во БФУ им. И. Канта. – 2020.
8. Мунтян Е.Р. Трехуровневая модель представления знаний на основе графов // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2019. – № 5. – С. 145-157. – Doi: 10.23683/2311-3103-2019-5-145-157.
9. Мунтян Е.Р. Представление знаний в граф-моделях сложных технических систем // Информатизация и связь. – 2020. – № 3. – С. 12-16. – Doi: 10.34219/2078-8320-2020-11-3-12-16.
10. Kovalev S., Kolodenkova A. and Muntyan E. Educational Data Mining: Current Problems and Solutions // 2020 V International Conference on Information Technologies in Engineering Education, Inforino 2020. – Proceedings. – 2020. – Doi: 10.1109/Inforino48376.2020.9111699.

И.Р. Макаров

**ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА СПОСОБА АВТОМАТИЧЕСКОЙ
ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ
SUPER-RESOLUTION ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ИЗОБРАЖЕНИЯ
ПОСЛЕ СТИЛИЗАЦИИ**

Руководитель – к.т.н., доцент кафедры вычислительной техники Д.А. Беспалов

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Постановка задачи. На сегодняшний день в различных областях человеческой деятельности в той или иной степени применяется цифровая обработка изображений. Она осуществляется с целью подготовки изображений к решению задач анализа или их визуального изменения для повышения качества или достижения каких-либо художественных эффектов.

Одной из таких задач является задача переноса стиля с одного изображения на другое. Часто для решения этой задачи используется подход с применением нейронных сетей. Этот подход основан на применении машинного обучения. Нейронная сеть, выполняющая обработку изображения, обучается на определенной выборке изображений. В этом случае при переносе стилиевой составляющей одного изображения на другое в результате полученное изображение имеет размер текстуры такой же как на изображении, с которого она взята. Т.е. этот метод будет давать хороший результат в том случае, если разрешение стилиевого изображения и разрешение обрабатываемого изображения будут примерно одинаковыми.

Одним из способов решения данной проблемы является преобразование обрабатываемого изображения к разрешению, сопоставимому с стилиевым изображением. Этот подход позволяет получить правильный размер текстуры на выходе, но он имеет свои недостатки. Если разрешение стилиевого изображения сильно меньше разрешения обрабатываемого, на выходе получится изображение с низким разрешением, т.к. перед обработкой оно было уменьшено до размера стилиевого изображения. Если вернуть изображение к исходному разрешению, произойдет потеря качества.

Для решения этой задачи можно использовать технологию super-resolution. Эта технология позволяет увеличить разрешение изображения с минимальными потерями качества. Т.е. используя этот подход можно будет уменьшить изображение перед обработкой и затем увеличить его, сохранив резкость и визуальную красоту.

Обзор существующих решений. В настоящее время существует несколько подходов к решению проблемы super-resolution. Наиболее простые методы – это интерполяция методом ближайшего соседа [1] и бикубическая интерполяция [2]. Эти методы работают быстро, но дают плохой результат. Изображение получается слишком размытым и теряется резкость.

Однако в настоящее время получили распространение методы, дающие более качественный результат. Чаще всего используется машинное обучение с применением нейронных сетей, однако не всегда. Есть статические методы, значительно превосходящие по качеству получаемого изображения интерполяцию методом ближайшего соседа и бикубическую интерполяцию. Далее приведены три метода, использующие разные подходы к решению задачи super-resolution.

Статический алгоритм super-resolution. Обычно алгоритмы super-resolution используют два подхода для вычисления результирующего изображения:

- ◆ на базе множества кадров одного объекта;
- ◆ самообучающаяся система с базой образцов.

Однако в 2009 году учёные из лаборатории компьютерного зрения факультета математики и компьютерных наук института Вейцмана предложили новую технику, где используются статистические алгоритмы, а образцы берут из единственного изображения.

Основная идея данного подхода заключается в том, чтобы скомбинировать два метода восстановления разрешения. Первый метод просто анализирует некоторую окрестность обрабатываемого пикселя и вычисляет результат, второй метод использует накопленную базу данных в результате анализа множества различных изображений. Этот же подход комбинирует эти два метода.

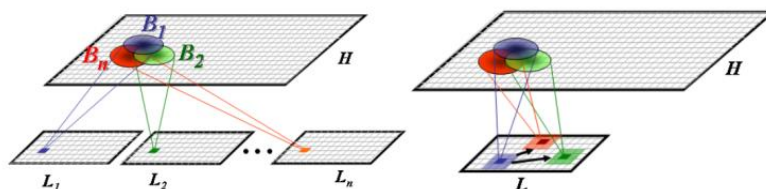


Рис. 9. Стандартный способ увеличения разрешения и способ, основанный на анализе одного изображения

На рис. 1 схематично показано, чем отличается новый метод, от стандартных. Повторяющиеся участки в одном изображении с низким разрешением можно рассматривать как извлеченные из множества разных изображений одной и той же сцены с высоким разрешением, таким образом метод позволяет избежать необходимости использовать большую базу данных проанализированных изображений, и достигает хороших результатов. Более подробно метод описан в [3].

Этот метод хорош в том случае, когда нет возможности и необходимости хранить базу данных для анализа изображения.

Метод, основанный на применении сверточных нейронных сетей. Этот метод основан на применении архитектуры, состоящей из двух нейронных сетей. Первая нейронная сеть извлекает признаки из входного изображения при помощи набора из двенадцати фильтров, вторая сеть восстанавливает изображение с учетом извлеченных признаков. В этой архитектуре используются обычные сверточные нейронные сети. Подробнее данный метод разобран в [4]. На рис. 2 показан пример обработки изображения таким способом. Как видно, получается довольно хороший результат.

В последнее время наблюдается тенденция использования более глубоких уровней сверточных нейронных сетей для повышения качества результирующего изображения. Этот подход показал высокую производительность в задаче восстановления разрешения изображения. Авторы статьи [4] утверждают, что данный подход способен ускорить процесс увеличения разрешения изображения по крайней мере в 10 раз по сравнению с методами, которые не используют пред обучен-

ные модели нейронных сетей. Таким образом, предлагаемый алгоритм не только обеспечивает высокую производительность, но также обеспечивает более быструю и более эффективную работу.



Рис. 10. Пример работы метода, основанного на глубоком обучении *super-resolution* из единственного изображения

Этот метод хорошо применим для решения задачи *super-resolution*, в том случае, когда необходима большая скорость вычислений или при недостатке ресурсов. Например, для увеличения разрешения видео в реальном времени, когда на обработку одного кадра выделяется очень малое время. Или же в том случае, если обработка должна выполняться на маломощном устройстве, например на мобильном телефоне.

Метод, основанный на применении генеративных состязательных сетей. Состязательная нейронная сеть предназначена для генерации новых данных, например для колоризации изображений, создания фотореалистичных изображений из эскиза, генерации текстур и т.д. В задаче *super-resolution* данный тип нейронных сетей используется следующим образом: из обучающего датасета берется изображение с высоким разрешением, затем разрешение уменьшается и подается на вход нейронной сети генератору. Результат подается на вход другой нейронной сети, называемой дискриминатор, которая пытается отличить обработанное изображение от исходного с высоким разрешением. Если второй сети не удастся отличить эти два изображения, значит модель обучена. Таким образом происходит обучение генеративной состязательной нейронной сети при помощи состязания генератора и дискриминатора.

Использование сверточных нейронных сетей с большим количеством слоев позволяет достичь хороших результатов при высокой скорости обработки. Последние работы были в основном направлены на минимизацию среднеквадратичной ошибки реконструкции. Полученные оценки имеют высокие пиковые отношения сигнал/шум, но им часто не хватает мелких деталей, и они не удовлетворяют восприятию в том смысле, что они не соответствуют точности воспроизведения, ожидаемой при более высоком разрешении. В статье [5] предлагается метод, использующий состязательную нейронную сеть для повышения разрешения изображений. Сеть GAN позволяет генерировать мелкие детали изображения при высоких коэффициентах масштабирования, т.к. данный тип сетей используется для генерации структур. Авторы утверждают, что данный метод – единственный, позволяющий увеличивать разрешение до 4-х крат с сохранением резкости и детализации.

Этот подход хорошо зарекомендует себя в случае, если нужно использовать большой коэффициент масштабирования изображения с малым разрешением.

Применение полученных результатов к решению поставленной задачи. В этой статье были рассмотрены и проанализированы три различных подхода к решению задачи super-resolution. Каждый из этих подходов имеет свои плюсы и минусы и подходит для решения определенного класса задач. В задаче увеличения изображения после стилизации изображения имеется несколько отличительных особенностей. Во-первых, для уменьшения нагрузки на сеть и сервер разумно будет перенести вычисления по масштабированию изображения на клиентскую сторону. В связи с этим необходимо использовать наиболее легковесный вычислений метод. Во-вторых, стилизованное изображение само по себе уже является сгенерированным, и добавление новой детализации должно хорошо сказаться на визуальном восприятии.

Исходя из выше сказанного, можно сделать вывод, что для задачи super-resolution после стилизации наиболее подходящим является метод, основанный на применении генеративных состязательных нейронных сетей. Этот подход позволяет использовать максимальный коэффициент масштабирования.

Также для улучшения качества работы алгоритма предлагается модифицировать обучение нейронной сети таким образом, чтобы в качестве обучающей выборки использовать стилизованные изображения. Рациональность данного подхода обуславливается тем, что изображение, полученное после стилизации по своей текстуре похоже на стилизованное, таким образом все возможные изображения будут походить на одно из выборки стилизованных изображений. Сократив таким образом обучающую выборку можно лучше обучить сеть для работы с текстурой именно этих изображений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Rukundo O., Cao H.* Nearest Neighbor Value Interpolation // International Journal of Advanced Computer Science and Applications. – 2012. – Vol. 3, No. 4. – P. 1-6.
2. *Rukundo O., Schmidt S.E., O.T. von Ramm.* Software Implementation of Optimized Bicubic Interpolated Scan Conversion in Echocardiography. – 2020.
3. *Glasner D., Bagon S., Irani M.* Super-Resolution from a Single Image // Dept. of Computer Science and Applied Mathematics The Weizmann Institute of Science. – 2009.
4. *Yamanaka J., Kuwashima S., Kurita T.* Fast and Accurate Image Super Resolution by Deep CNN with Skip Connection and Network in Network // 24th International Conference of Neural Information Processing. – 2017. – Proceedings, Part II, – P. 217-225.
5. *Ledig C., Theis L., Huszar F., Caballero J., Cunningham A., Acosta A., Aitken A., Tejani A., Totz J., Wang Z., Shi W.* Photo-Realistic Single Image Super-Resolution Using a Generative Adversarial Network. – 2016.

Д.А. Демидов

ОБЗОР МЕТОДОВ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СТИЛИЗАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТЕВОГО ПОДХОДА

Руководитель – к.т.н., доцент кафедры вычислительной техники Д.А. Беспалов

Южный федеральный университет, г. Таганрог

На сегодняшний день в различных областях человеческой деятельности (исследовательской и прикладной) в той или иной степени применяется цифровая обработка изображений.

Обработка изображения – это такое его преобразование, в результате которого будет получено новое изображение, обладающее свойствами, отличными от оригинального. Обработка изображений применяется с целью их подготовки к

решению задач анализа, придания им визуальных свойств, позволяющих невооруженным взглядом обнаружить неявные детали, или их изменения для повышения качества или достижения каких-либо художественных эффектов.

Стилизация изображения – это обработка изображения, в результате которой будет получено новое изображение, содержащее объекты исходного изображения, но с изменённой стилистикой их отображения, которая соответствует другому изображению или группе изображений.

Технологии переноса стилей и текстур могут способствовать появлению новых инструментов в графических и видеоредакторах. С её помощью возможно решение следующего спектра задач:

- ◆ Отображение фотореалистичного изображения под стиль картины известного художника.
- ◆ Обработка фотореалистичных изображений, копирование и перенос освещения, цветовой палитры, времени суток, сезона и др.
- ◆ Решение задачи гармонизации – вписывания чужеродного объекта на изображение с проведением художественной обработки, создающей визуальный эффект того, что объект всегда был частью фонового изображения.
- ◆ Наложение спецэффектов в фильмах и видеоиграх, симуляторах и средствах дополненной реальности.
- ◆ Генерация новых образцов текстур из шума на основе эталона, наложение текстур на трёхмерные модели.
- ◆ Более точная настройка методов машинного обучения при работе с изображениями за счет искусственного расширения датасета путем вариации стиля и текстуры изображений.

До 2015 года алгоритмы стилизации изображений основывались на фотонереалистичном рендеринге. Это группа алгоритмов обработки изображений, которые применяются к фотографиям с целью создания визуального ощущения того, что итоговое изображение было выполнено в конкретной художественной стилистике (карандаш, краски и т.д.). Включает в себя рендеринг на основе штрихов (наложение штрихов непосредственно на фотографию) [1], рендеринг на основе регионов (наложение штрихов с учетом семантики изображения) [2], рендеринг на основе образцов (создание модели машинного обучения, натренированной на специальном датасете) [3–4], наложение текстуры на изображение [5–7], применение линейных фильтров [8]. Такие алгоритмы не являются инвариантными по отношению к применяемым стилям. Каждый стиль требует разработку собственного алгоритма или подготовку объёмного датасета, что делает их применение неэффективным.

В статье Леона Гатиса 2015 года впервые был описан алгоритм применения стилизации изображений, основанный на исследовании карт признаков изображений, который были извлечены обученной нейронной сетью. Алгоритм строится на оптимизации некоего изображения таким образом, чтобы извлекаемые признаки соответствовали оригинальному изображению, но их статистические характеристики соответствовали признакам источника стиля. Метод позволяет качественно осуществлять стилизацию, но каждая обработка требует тщательного подбора гиперпараметров оптимизации и относительно долгого времени ожидания [9–11].

Повышение эффективности обработки изображения может быть достигнуто применением алгоритма Гатиса для оптимизации не изображения, а параметров модели нейронной сети, которая, получая на вход оригинальное изображение, будет осуществлять его стилизацию под определённый стиль. Недостатком такого подхода является необходимость длительного (примерно 5 часов) обучения модели под конкретный стиль [12–14]. Вероятным походом, который позволит улучшить качество результатов, может быть применение алгоритма машинного обуче-

ния CycleGAN. Такой подход эффективно справляется с изображениями, выполненными в особом стиле (карандашный рисунок, раскраска), но он также требует наличие некоторого датасета с примерами стилей, чем одиночные художественные картины похвастаться не могут [15].

Преодоление проблемы инвариантности стиля возможно созданием много стиливых моделей. Как правило, такие модели также обучаются алгоритмом Гатиса. Выбор стиля для преобразования основывается на операции адаптивной нормализации экземпляров (AdaIN). Энкодер модели извлекает признаки содержимого, стиля, вычисляет статистические характеристики карт признаков стиля (среднее и среднеквадратичное отклонение по каждой карте признаков), и нормализует карты признаков содержимого. Затем изображение восстанавливается. Но экспериментальные данные показали, что такой подход даёт низкое качество полученного изображения для стилей, на которых модель не обучалась [16–19].

Другое семейство алгоритмов стилизации изображений, которые могут решить проблему инвариантности стилей – это методы на основе патчей. Они не предполагают применение алгоритма Гатиса для обучения модели. Модель состоит из энкодера и декодера. Она обучается восстановлению входного изображения. На этапе осуществления стилизации энкодер извлекает признаки содержимого и стиля, заменяет признаки содержимого на стиливые (Style-swap) и восстанавливает из результата преобразования стилизованное изображение. Наибольшей эффективности с точки зрения качества изображения были достигнуты алгоритмы, применяющие операцию отбеливания-окрашивания (WCT). Также эффективным является алгоритм (AvatarNet), комбинирующий операции AdaIN, Style-swap и WCT. Такой подход позволяет получать качественные изображения и регулировать некоторые его характеристики, с целью получения более субъективно ожидаемого результата. Следует заметить, что качественная характеристика работы этих 3-х методов возрастает при их взаимодействии. Так, метод StyleSwap в отдельности не способен к осуществлению продвинутой стилизации (возможно применение для, например, карандашных рисунков), но применение его после операции окрашивания позволяет регулировать наличие на итоговых изображениях стилистических деталей. В свою очередь WCT в отдельности хорошо работает только в каскаде нейронных сетей, но в сочетании со Style Swap, WCT позволяет регулировать общие стиливые детали изображений. AdaIN в данном подходе не будет требовать обучения по алгоритму Гатиса, но роль этой операции меняется на цветовую (а не стилистическую) регуляцию [20–25].

На рис. 1 представлены сравнительные результаты различных алгоритмов стилизации изображений.

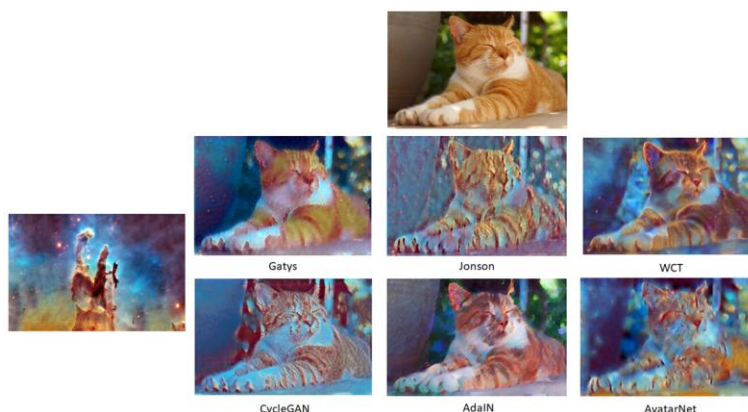


Рис. 1. Сравнение различных методов стилизации

На основе приведенного анализа научной литературы были сделаны следующие выводы:

- ◆ относительно качественная стилизация достижима без применения оптимизации по алгоритму Гатиса;
- ◆ методы основанные на патчах способны преодолеть проблему универсальности и инвариантности стилей;
- ◆ методы на основе патчей позволяют настраивать степень стилизации;
- ◆ итоговое стилизованное изображение может отличаться в зависимости от настроек алгоритма и не всегда соответствовать субъективным ожиданиям;
- ◆ требуется алгоритм, который будет обладать настраиваемыми параметрами, прозрачными для конечного пользователя, что позволит ему получить ожидаемый результат. Время работы алгоритма должно быть приемлемым для ожиданий пользователя.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Hertzmann A.* A survey of stroke-based rendering // IEEE, 2003. – Vol. 23, No. 4. – P. 70-81.
2. *Sun Y., Wang J.* Representation of watercolor based on regions // IASP. – 2011. – P. 496-500.
3. *Wang B., Wang W., Yang H., and Sun J.* Efficient Example-Based Painting and Synthesis of 2D Directional Texture // IEEE. – 2004. – Vol. 10, No. 3. – P. 266-277.
4. *Frigo O., Sabater N., Delon J., Hellier P.* Split and match: Example-based adaptive patch sampling for unsupervised style transfer // Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. – IEEE, 2016. – Vol. December-2016. – P. 553-561.
5. *Kwatra V., Essa I., Bobick A., Kwatra N.* Texture optimization for example-based synthesis // ACM Transactions on Graphics. – ACM, 2005. – Vol. 24, No. 3. – P. 795-802.
6. *Efros A.A., Freeman W.T.* Image quilting for texture synthesis and transfer // ACM SIGGRAPH – ACM, 2001. – P. 341-346.
7. *Elad M., Milanfar P.* Style Transfer Via Texture Synthesis // IEEE Transactions on Image Processing. – IEEE, 2017. – Vol. 26, No. 5. – P. 2338-2351.
8. *Heeger D.J., Bergen J.R.* Pyramid-based texture analysis/synthesis // ACM SIGGRAPH. – ACM, 1995. – P. 229-238.
9. *Gatys L.A., Ecker A.S., Bethge M.* A Neural Algorithm of Artistic Style // Journal of Vision. – 2016. – Vol. 16, No. 12.
10. *Gatys L.A., Ecker A.S., Bethge M.* Image Style Transfer Using Convolutional Neural Networks // Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. – IEEE, 2016. – P. 2414-2423.
11. *Gatys L.A., Ecker A.S., Bethge M.* Texture synthesis using convolutional neural networks // Advances in Neural Information Processing Systems. – 2015. – Vol. 2015-January. – P. 262-270.
12. *Ulyanov D., Lebedev V., Vedaldi A., Lempitsky V.* Texture Networks: Feed-forward Synthesis of Textures and Stylized Images // 33rd International conference on machine learning, ICML 2016: conference proceedings. – 2016. – Vol. 3. – P. 2027-2041.
13. *Johnson J., Alahi A., Fei-Fei L.* Perceptual Losses for Real-Time Style Transfer and Super-Resolution // Lecture Notes in Computer Science. – 2016. – Vol. 9906. – P. 694-711.
14. *Ulyanov D., Vedaldi A., Lempitsky V.* Improved Texture Networks: Maximizing Quality and Diversity in Feed-forward Stylization and Texture Synthesis // 30th IEEE Conference on computer vision and pattern recognition, CVPR 2017: conference proceedings. – IEEE, 2017. – P. 4105-4113.
15. *Zhu J., Park T., Isola P., Efros A.A.* Unpaired Image-to-Image Translation Using Cycle-Consistent Adversarial Networks // Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision. – IEEE, 2017. – Vol. 2017-October. – P. 2242-2251.
16. *Dumoulin V., Shlens J., Kudlur M.* A learned representation for artistic style // 5th International Conference on Learning Representations, ICLR 2017 – Conference Track Proceedings. – 2017.
17. *Zhang H., Dana K.* Multi-style Generative Network for Real-time Transfer // Lecture Notes in Computer science. – 2019. – Vol. 11132. – P. 349-365.

18. Huang X., Belongie S. Arbitrary Style Transfer in Real-time with Adaptive Instance Normalization // 2017 IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV): conference materials. – IEEE, 2017. – Vol. 16. – P. 1510-1519.
19. Ghiasi G., Lee H., Kudlur M., Dumoulin V., Shlens J. Exploring the structure of a real-time, arbitrary neural artistic stylization network // British Machine Vision Conference 2017. – BMVC, 2017.
20. Tian Q.C., Schmidt M. Fast Patch-based Style Transfer of Arbitrary Style // Arxiv. – 2016.
21. Li C., Wand M. Combining Markov Random Fields and Convolutional Neural Networks for Image Synthesis // Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. – IEEE, 2016. – Vol. 2016-December. – P. 2479-2486.
22. Wu B., Ding Y., Dong Q. Fast continuous structural similarity patch based arbitrary style transfer // Applied Sciences. – 2019. – Vol. 9, No. 16.
23. Li Y., Li M., Li X., et al. A Closed-form Solution to Photorealistic Image Stylization // Lecture Notes in Computer science. – 2018. – Vol. 11207. – P. 468-483.
24. Wang H., Li Y., Wang Y., Hu H., Yang M. Collaborative distillation for ultra-resolution universal style transfer // Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. – IEEE, 2020. – P. 1857-1866.
25. Sheng L., Lin Z., Shao J., Wang X. Avatar-Net: Multi-scale Zero-shot Style Transfer by Feature Decoration // CVPR, 2018.

А.В. Крыжановский, С.М. Гушанский

**ИССЛЕДОВАНИЕ КВАНТОВЫХ АЛГОРИТМОВ ОБНАРУЖЕНИЯ И
РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ С ПОМОЩЬЮ КВАНТОВОЙ НЕЙРОСЕТИ**

Руководитель – к.т.н., доцент кафедры вычислительной техники С.М. Гушанский

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Введение. На сегодняшний день существует множество различных моделей квантовых нейронных сетей, а также большое количество алгоритмов, которые адаптированы под эти модели. Среди них мы можем выделить группу алгоритмов, предназначенных для обнаружения и распознавания объектов. В ходе исследования мной были рассмотрены алгоритмы распознавания изображений с помощью квантовой нейросети, я выделил из них два, на мой взгляд наиболее интересные.

1. Вариационный квантовый подход. Рассмотрим вариационный квантовый подход для изучения свойств входных данных и оценки эффективности классификации событий с использованием как симуляторов, так и квантовых вычислительных устройств. Сравнение производительности со стандартными методами многовариантной классификации, основанными на усиленном дереве решений и глубокой нейронной сети с использованием классических компьютеров, показывает, что квантовый алгоритм обладает сопоставимой производительностью со стандартными методиками в рассматриваемых диапазонах числа входных переменных и размера обучающих выборок. Вариационный квантовый алгоритм тестируется на квантовых компьютерах, демонстрируя, что различение интересных событий от фона возможно. Обсуждаются характерные особенности поведения, наблюдаемые в процессе обучения с использованием квантовых схем с расширенными затворными структурами, а также последствия текущей производительности для применения в экспериментах по физике высоких энергий.

В данном алгоритме рассматривается подход, основанный на вариационной квантовой схеме с перестраиваемыми параметрами. Квантовая схема, используемая в этом алгоритме, построена, как показано на рис. 1, с использованием трех компонентов: 1) квантовые элементы для кодирования классических входных данных x в квантовые состояния (обозначаемые как $U_{in}(x)$), 2) квантовые элементы

для получения выходных состояний, используемых для контролируемого обучения (обозначаемые как $U()$), и 3) измерительные элементы для получения выходных значений из схемы, которые впоследствии сравниваются с соответствующими входными метками y .

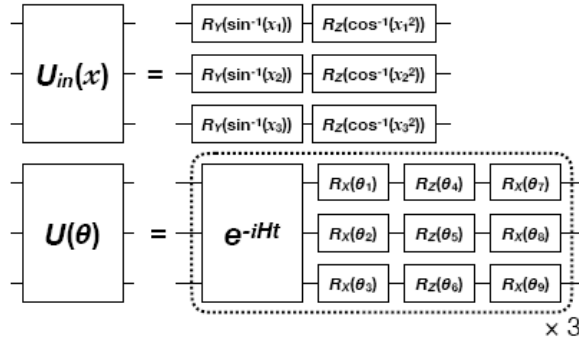


Рис. 1. Квантовая схема

В этом исследовании измерение выполняется 1,024 раза по каждому событию для получения определенных значений наблюдаемых, например, математических ожиданий $\langle HZ_i \rangle$ от Паули-Z операторы. Для классификации событий на две категории обычно измеряются первые два кубита. Элементы $U(Q)$, используемые в 2), параметризуются таким образом, что они оптимизируются для моделирования входных обучающих данных путем итерации вычислительных процессов 1) -3) по конечному времени и настройки параметров. Настройка параметров выполняется с помощью классического компьютера путем минимизации функции затрат, которая определяется таким образом, что разница между входными метками y и измеренными значениями $\langle hZ_i \rangle$ может быть количественно измерена [2].

На рис. 2 показана схема VQC для 3-переменной классификации используемой в данном исследовании. $U_{in}(x)$ состоит из набора элементов Адамара и элементов вращения с углами от входных данных x (последний представлен на рисунке как $U(x)$). $U(x)$ состоит из однокубитных вращательных вентилях, использующих термин $U_{\phi_{|k|}}(x)$. $U(x)$ не повторяется, таким образом, $N_{in}^{depth} = 1$. Часть $U()$ схемы также взята, но упрощена тем, что не повторяет набор запутывающих вентилях U_{ent} и однокубитных поворотных вентилях R_Y и R_Z (окруженных пунктирным прямоугольником на рис. 3). U_{ent} реализуется с помощью ворот Адамара и CNOT, как показано на рис. 2.

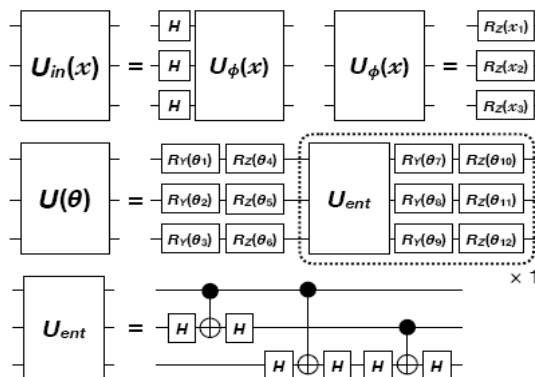


Рис. 2. Схема VQC для 3-переменной классификации

В этой статье рассматриваются исследования квантового машинного обучения для классификации событий, обычно используемые в качестве приложения традиционных методов машинного обучения к физике высоких энергий. Исследования сосредоточены на применении вариационных квантовых алгоритмов с использованием реализаций в QCL и VQC, а также оценивают производительность с точки зрения значений AUC ROC кривых. Алгоритм QCL показывает относительно низкие значения AUC в событиях $N_{\text{train}}^{\text{event}}$, в отличие от алгоритмов BDT и DNN, которые показывают, что значения AUC увеличиваются с увеличением события $N_{\text{train}}^{\text{event}}$ в рассматриваемом $N_{\text{train}}^{\text{event}}$ диапазоне событий. Это характерное поведение QCL можно рассматривать как возможное преимущество перед классическим методом при малом событии $N_{\text{train}}^{\text{event}}$, где производительность DNN значительно ухудшается, если число обучаемых параметров модели DNN ограничено таким же, как у QCL. Алгоритм VQC был протестирован на квантовых компьютерах только для небольшой задачи $N_{\text{train}}^{\text{event}} = 40$, но он показывает, что алгоритм действительно приобретает способность различения. Существует указание на то, что фактическая производительность VQC изменяется, когда он работает на симуляторе или реальном квантовом компьютере, скорее всего, из-за ошибок в квантовом оборудовании. Это, по-видимому, мешает нам использовать расширенную квантовую схему, такую как расширение второго порядка для кодирования классических входных данных. Алгоритмы QCL и VQC показывают сходную производительность при работе на симуляторах с одинаковыми условиями для значений событий N_{var} и N_{train} . Ожидается, что при более эффективном контроле ошибок измерения и затвора производительность вариационного квантового машинного обучения будет еще больше улучшаться.

2. Алгоритм Шютсхольда. Современные технологии секвенирования описываются термином Next Generation Sequencing (NGS), он же параллельное или глубокое секвенирование. Эти технологии достигают сверхвысокой пропускной способности секвенирования, позволяя секвенировать миллиарды оснований в течение одного дня, и, более конкретно, они производят считывания, которые являются меньшими частями последовательности генома живого организма. Базы данных генома непрерывно загружаются экспериментально сгенерированными необработанными данными последовательностей, что приводит к огромному количеству необработанных кластеров считываний [3].

Согласно QPR-алгоритму Р. Шютсхольда, два регистра используются в качестве индексной структуры для формирования точечной диаграммы, подобной дифракционной картине. Регистр regX для горизонтальной индексации и регистр regY для вертикальной индексации. Третий однокубитовый регистр запутан с двумя другими регистрами, и одно его измерение позволяет суперпозировать только точечные ячейки (отражающие ячейки). Затем QFT увеличивает амплитуду суперпозиции в соответствующих индексных координатах на плоскости, обнаруживая существование видных линейных паттернов. Может потребоваться еще несколько запусков алгоритмов, чтобы обеспечить результат обнаружения, и некоторые дальнейшие классические вычисления обнаружат паттерн. Схемная модель квантовой части этого алгоритма изображена на рис. 3.

Пользователь должен ввести запрос SQ и эталонные последовательности SR и исследовать плоскость на наличие узоров диагональных линий. Длина ссылки LR может быть относительно небольшим числом при локальном выравнивании или большим при глобальном выравнивании или поиске в базе данных. Если размер SR достаточно велик, процесс фрагментации разбивает его на более мелкие сегменты для более эффективного управления. Эти сегменты также известны как

оконные пространства. Затем квантовая процедура routineQPR выполняется Ω раз за окно, чтобы найти и закрепить самый большой линейный паттерн в сравниваемой области, а затем классическая процедура routineLaue находит положение этого паттерна в этом пространстве окна.

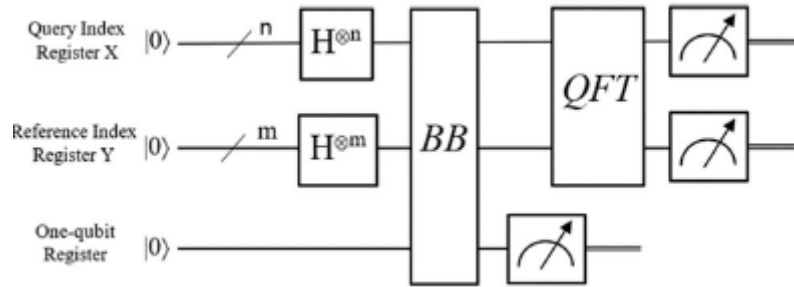


Рис. 3. Схемная модель квантовой части

Заключение. Основными преимуществами использования вычислений квантового характера в области определения объектов и изображений: ускорение вычислительного процесса с помощью квантовых компонентов. Важное значение придается разработке фундаментально новых физических принципов вычислений, где наиболее перспективным направлением является квантовый компьютеринг.

Рассмотрев вариационный подход и алгоритм Шютсхольда я пришел к выводу: оба алгоритма находятся в стадии исследования и для конкретного случая нужно пробовать применять оба алгоритма, сравнивая полученные результаты брать наиболее подходящий.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №19-07-01082.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Крыжановский А.В. Распознавание образов с помощью квантовой нейросети // VI Всероссийская научно-техническая конференция молодых ученых, аспирантов, магистрантов и студентов «Фундаментальные и прикладные аспекты компьютерных технологий и информационной безопасности». – Таганрог, 2020. – С. 406-410.
2. Terashi K. Event Classification with Quantum Machine Learning in High-Energy Physics // Computing and Software for Big Science manuscript London A. – 1992. – Vol. 439. – P. 553.
3. Santucci E. Classification Problem in a Quantum Framework. – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/316428798_Classification_Problem_in_a_Quantum_Framework (10.12.20).
4. Prousalis K. A Quantum pattern Recognition Method for Improving pairwise sequence Alignment.
5. Luongo A. Quantum algorithms for classification. – Режим доступа: <https://icoqc.sciencesconf.org/data/pages/luongo.pdf> (19.12.20).
6. Trugenberger K. Quantum Pattern Recognition. – Режим доступа: <https://www.researchgate.net/publication/225216219> (20.12.20).

А.А. Карсаев, С.М. Гушанский

КВАНТОВЫЕ ИГРЫ С НЕНУЛЕВОЙ СУММОЙ

Руководитель – к.т.н., доцент кафедры вычислительной техники С.М. Гушанский

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Введение. Работа и жизнь человека в социуме, сводится к постоянному и непрерывному потоку решений. Какую карьеру, сферу деятельности выбрать, кого выбрать в качестве спутника жизни, как воспитывать детей, сотрудничество поставщиков и потребителей различных товаров и услуг, геополитические взаимоотношения различных государств и т. д. У всех этих ситуаций есть общая черта: вы не находитесь в вакууме. Наоборот, вас окружают люди, которые так же, как и вы принимают решения, довольно часто связанные с вашими. И эта взаимосвязь решений оказывает влияние на ваши действия, на выбор вашей стратегии поведения.

Подобные взаимодействия между людьми или группами людей принято обозначать играми. В результате того что взаимодействия между людьми неизбежны, от выбора эффективной стратегии во взаимодействиях зависит довольно многое. Соответственно эти взаимодействия и эффективность принятия решений нужно изучать. вследствие этого появился раздел общественных наук, базирующийся на математике, – теория игр. Теория игр охватывает самые разные области, – экономика, политология, социология, психология, геополитика, военное дело [1]. Одними из недостатков теории игр является сложная математика, когда игроков много и большое количество факторов влияет на выбор стратегий, так же когда мы не знаем какой из стратегий воспользуется игрок. Было предложено использовать свойства квантовых частиц такие как запутанность и суперпозиция в алгоритмах решения задач теории игр. В результате появилось расширение теории игр в квантовую область, – квантовая теория игр. Суперпозицию можно рассматривать как меру неопределенности, т.е. когда мы не знаем какой из стратегий воспользуется игрок. Используя запутанность можно моделировать параметр согласованности, т.е. устанавливать взаимосвязь выбора стратегий игроков друг от друга в каждый момент времени.

1. «Дилемма заключенных» квантовая схема. Одной из фундаментальных проблем изучаемых в теории игр, согласно которой рациональные игроки не всегда будут сотрудничать друг с другом, даже если это в их интересах является, – дилемма заключенного (когда не совпадают два равновесия по Нэшу и по Паретто). Предполагается, что игрок максимизирует свой собственный выигрыш, не заботясь о выгоде других.

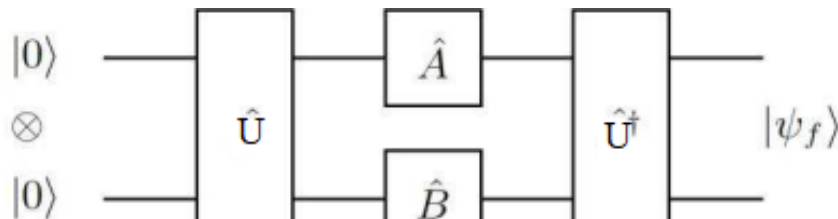


Рис. 1. Квантовая схема игры двух игроков

В начальное состояние игры подается запутывающий оператор, после чего игроки разыгрывают свою квантовую стратегию. Затем оператор распутывания воздействует на связанное состояние, и конечное состояние используется для расчета выигрышей [2].

2. Моделирование квантового варианта задачи теории игр «дилемма арестантов» на симуляторе IBM Quantum Experience. Используя симулятор квантовых вычислений IBM Quantum Experience [3] в среде Composer для симуляции нашей игры создана, квантовая схема, приведенная ниже на рис. 2.

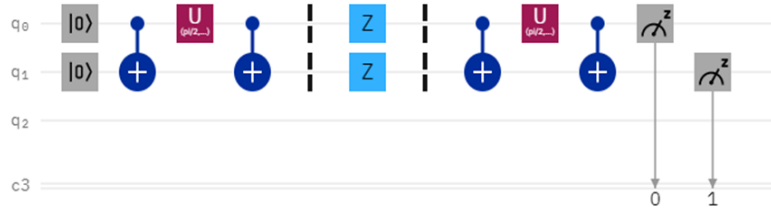


Рис. 2. Квантовая схема игры набранная на симуляторе IBM Quantum Experience

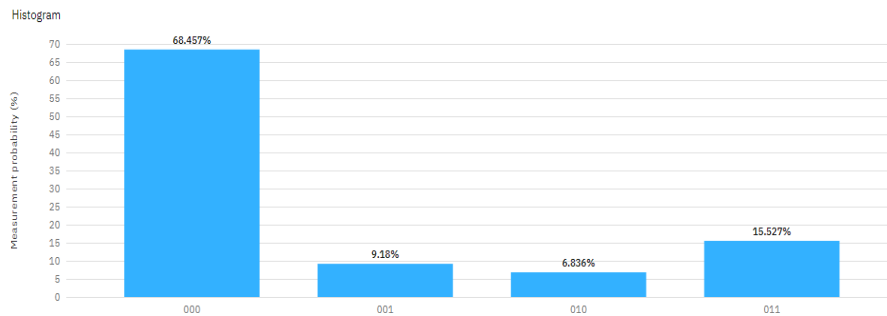


Рис. 3. Вероятностный результат игры

Вероятностный результат получен при запуске 8192 раза. Мы видим, что с вероятностью 68,457 % оба игрока выбирают стратегию, которая дает равновесие по Паретто, т.е. максимизирует выигрыш.

Следующая вероятность равная 15,527 % говорит о выборе стратегии ведущей к равновесию по Нэшу, т.е. самой оптимальной в классической теории игр [4].

Поставим вместо одного из вентилях Паули вентиль Адамара, создающий суперпозицию состояний, т.е. одновременное пребывание во всех стратегиях у одного из игроков.

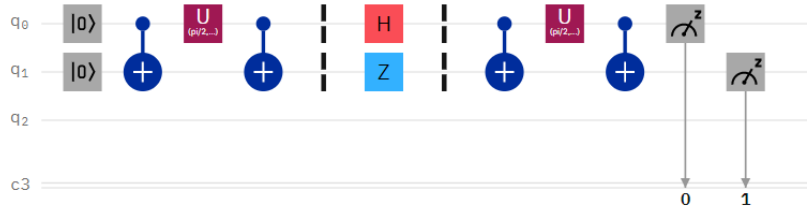


Рис. 4. Квантовая схема игры набранная на симуляторе IBM Quantum Experience, одна из стратегий находится в суперпозиции

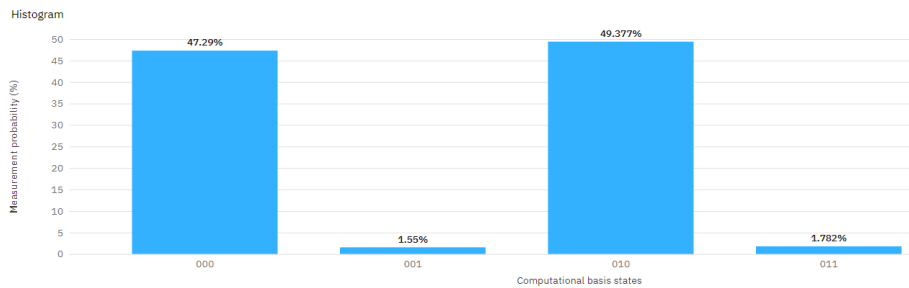


Рис. 5. Результаты измерений при нахождении одной из стратегий в суперпозиции

Полученные результаты говорят нам о том, что при нахождении одной из стратегий в суперпозиции с вероятностью 47,29 % оба игрока выбирают стратегию, которая дает равновесие по Паретто, т.е. максимизирует выигрыш. С вероятностью 49,377 % игрок, не находящийся в суперпозиции стратегий, выберет доминирующее стратегическое равновесие. Это соответствует ожидаемым результатам, т.к. если первый игрок выбирает стратегию неблагоприятную для второго, второй будет выбирать максимально благоприятную для себя, исходя из информации о выборе стратегии первым игроком.

Проведем еще одну симуляцию нашего эксперимента, только теперь входные кубиты (первоначальные стратегии) проинвертируем, в результате получим две одинаковые, но противоположные предыдущим экспериментам стратегии.



Рис. 6. Квантовая схема игры набранная на симуляторе IBM Quantum Experience, стратегии до запутывания инвертируются

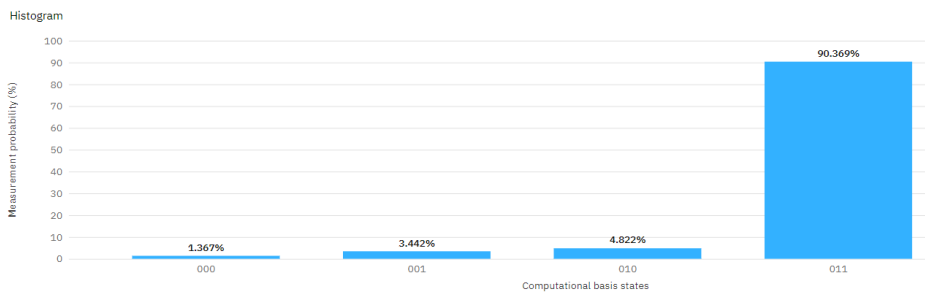


Рис. 7. Результаты измерений, при стратегиях измененных на противоположные

Полученные результаты говорят нам о том, что с вероятностью 90,369 % оба игрока выбирают стратегию, которая дает равновесие по Паретто, т. е. приводит к максимизации выигрыша, если использовать запутанность стратегий игроков.

Заключение. В работе исследована и промоделирована на симуляторе квантовых вычислений IBM Quantum Experience задача квантовой теории игр «дилемма арестантов». Полученные результаты являются максимально выгодной стратегией для обоих игроков, который дает равновесие системы по Парето, в отличие от классической теории, где оптимальная стратегия – это равновесие по Нэшу. Это отличие является результатом свойства запутанности квантовых состояний. Если же стратегия одного из игроков находится во всех состояниях (в суперпозиции), тогда либо игроки выбирают максимально выигрышную стратегию для обоих, либо игрок, не находящийся в суперпозиции, выберет для себя доминирующее стратегическое равновесие, т. е. оптимальную стратегию для себя, если у другого стратегия неблагоприятная по отношению к нему. В дальнейшем планируется провести исследования с изменением степеней запутанности стратегий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Карсаев А.А.* Квантовые вычисления в теории игр // Матер. VI Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов, магистрантов и студентов «Фундаментальные и прикладные аспекты компьютерных технологий и информационной безопасности». – Таганрог, 2020. – С. 430-435.
2. *Eisert J., Wilkens M.* Quantum Games. – Режим доступа: <https://arxiv.org/pdf/quant-ph/0004076.pdf> (дата обращения: 10.03.2021).
3. IBM Quantum Experience. – URL: <https://quantum-computing.ibm.com> (дата обращения: 16.03.2021).
4. *Гушанский С.М., Карсаев А.А.* Применение квантовых вычислений к задачам теории игр // Информационные технологии, системный анализ и управление (ИТСАУ-2020): Сб. трудов XVIII Всероссийской научной конференции молодых ученых, аспирантов и студентов (Таганрог, 3–5 декабря 2020г). в 3 т. Т. 1. – Ростов-на-Дону; Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2020. – С. 77-81.

А.Я. Мушаев

ЭМУЛЯЦИЯ КВАНТОВЫХ СХЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЛИС

Руководитель – к.т.н., доцент кафедры вычислительной техники С.М. Гушанский

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Введение. В настоящее время можно наблюдать повышение интереса к вычислениям и алгоритмам в такой области, как квантовая информатика [1]. Большинство данных алгоритмов имеет неоспоримые преимущества перед своими классическими аналогами. Причиной этому служит параллелизм, который не может быть реализован при помощи классических вычислений. Для достижения необходимого ускорения квантовые алгоритмы пользуются физическими аспектами – запутанностью и суперпозицией. Трудность заключается в масштабируемом воспроизведении и приведении вычислений к удовлетворительной точности. Кроме того, важной составляющей является применение соответствующих процедур квантовых вычислений [2]. Тем не менее, некоторые из квантовых эффектов успешно осуществили в области шифрования данных и связи [1]. Это, в свою очередь, послужило толчком для разработки нескольких квантово-вычислительных систем [3].

Одним из эффективных способов для описания квантовых алгоритмов является использование квантовых схем, которые содержат аналоги цифровых вентилей и битов. Подобного рода элементы можно эмулировать в современных ПЛИС, пользуясь аппаратным подходом. Кроме того, они способны выполнять парал-

тельные задачи вычисления значительно более эффективно по сравнению с тем же программным моделированием. Это служит причиной актуальности исследования эмуляционной конструкции квантовых схем при помощи классических, а также дальнейшего анализа эмулятора квантовых схем на основе ПЛИС [1].

1. Теоретические основы

1.1. Представление квантовой информации. Основополагающее различие квантовых вычислительных устройств относится непосредственно к видам значений сигналов, используемых для реализации этих вычислений. Тогда как базовые единицы информации в классических схемах предполагают наличие 0 и 1, квантовые вычислительные устройства оперируют комплексными числами. Из этого следует вывод, что для корректной реализации даже одного квантового информационного блока требует колоссальное количество классических битов информации.

Исходя из этого, указанные свойства можно отнести к векторному пространству над комплексными числами, которому и принадлежит внутреннее произведение векторов, то есть *Гильбертовым Пространством* H . Из этого следует вывод, что квантовые состояния реализуются в виде векторов комплексных чисел. А для выражения данных векторов применяется запись Бракета-Дирака. Элементы H относятся к векторам «ket», заданными $|x\rangle \in H$. Данный вектор «bra» $\langle x|$ – это элемент H^* двойного пространства всех операторов на векторном пространстве, воздействующих на векторы и осуществляющих необходимые скалярные значения.

1.2. Квантовые биты. Простейшие системы с двумя состояниями, которые включают магнитный спин плюс/минус половины, считаются основными носителями квантовой информации. Фазовое вращение представлено в качестве постоянной величины, которая репрезентована в виде пары вещественных чисел. Спиновая непрерывность дает возможность хранить классические носители информации в бесконечном количестве посредством цельной квантовой системы. Квантовые биты, зафиксированные этим путем, называют кубитами. Они реализуются посредством NMR и захваченных ионных взаимодействий, а двоичные кубиты представлены двумя вычислительными базовыми состояниями, обозначаются как $|0\rangle$ и $|1\rangle$. В отличие от непосредственно классических битов, квантовые биты находятся в линейной суперпозиции базисных состояний $|0\rangle$ и $|1\rangle$.

$$|\psi\rangle = \alpha|0\rangle + \beta|1\rangle, \quad (1)$$

где α и β – комплексные коэффициенты, связанные следующим образом:

$$|\alpha|^2 + |\beta|^2 = 1. \quad (2)$$

Явления суперпозиции, где кубиты одновременно существуют в состояниях $|0\rangle$ и $|1\rangle$, можно объяснить рассмотрением $|\alpha|^2$ и $|\beta|^2$ как вероятностей быть в $|0\rangle$ и $|1\rangle$ соответственно. Однако при условии, если измерение выполнено на кубите, оно сжимается до одного из двух состояний.

2. Эмулятор квантовой схемы ПЛИС

2.1. Проблемы эмуляции квантовых схем. Для того чтобы эмулировать квантовые схемы, необходимо применить концепцию картирования от квантовой физики к классическим технологиям. Первостепенная цель состоит в моделировании квантовых вычислений таким образом, который будет более гибким и эффективным по сравнению с существующими программными симуляторами. Кроме того, потребуется эмулирование параллелизма в квантовых вычислениях на основе ПЛИС. Также важным условием непосредственной реализации данного эмулятора является относительная простота в использовании.

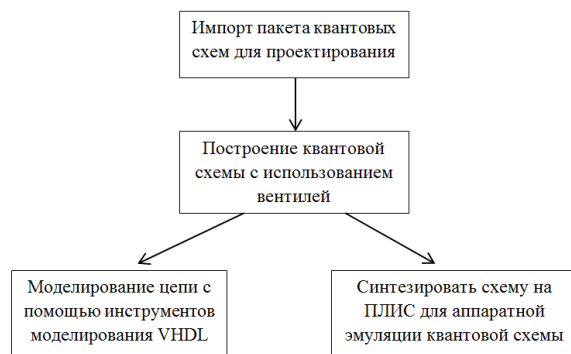


Рис. 1. Моделирование квантовых схем с помощью библиотеки квантовых вентилях VHDL

На рис. 1 показаны основные этапы проектирования квантовых схем. Они складываются из составных частей квантового вентиля, которые предоставляются в создаваемой пользователем библиотеке. Протестировать корректность можно с помощью программного моделирования на ПЛИС.

2.2. Эмуляция чистых квантовых битов. Для описания кубита следует сохранить значения α и β , как показано в уравнении 1. Однако содержание в квантовых вентилях сложения и умножения на α и β приводит к возникновению ошибок неточности. Для сохранения размера квантовой схемы в управляемой пропорции, используется α и β в схеме с фиксированной точкой, где каждый кубит представлен четырьмя номерами точек с фиксацией.

Исходя из этого, эмулятор сконструирован модульным путем, что означает отсутствие модификаций других компонентов системы при изменении размера одной дробной части. При описании матрицами комплексных чисел, квантовые вентиля могут послужить причиной внесения дополнительной неточности в существующую систему.

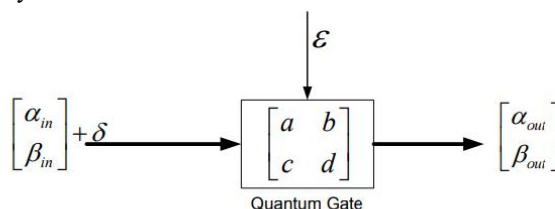


Рис. 2. Модель ошибки квантового вентиля

Модель ошибок расширяется, как показано на рисунке 3: несколько источников добавляются линейно. Эту схему следует применять для котировки ошибки в каждом из питателей данной сети.

$$\begin{bmatrix} \alpha_{in} + b\beta_{in} \\ c\alpha_{in} + d\beta_{in} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \delta & a+b \\ & c+d \end{bmatrix} + \epsilon \begin{bmatrix} \alpha_{in} + \beta_{in} \\ \alpha_{in} + \beta_{in} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 2\epsilon\delta \\ 2\epsilon\delta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_{out} \\ \beta_{out} \end{bmatrix}$$

Actual Value
Input Error
Gate Imprecision Error
Computation Error

Рис. 3. Расширенная модель ошибок квантового вентиля

Абсолютная ошибка E , таким образом,

$$E = \sqrt{\alpha_e^2 + \beta_e^2}, \quad (3)$$

где α_e и β_e описаны на рисунке 3. Эти значения ошибок влияют на вероятность того, что кубит находится в состоянии $|0\rangle$ или $|1\rangle$, когда кубит подвергается квантовому измерению.

2.3. Эмуляция квантовых вентиляей. Таким образом, представленная библиотека общих квантовых вентиляей включает большинство простых и наиболее используемых квантовых вентиляей (вентиль Адамара, вентиль CNOT, вентиль X, вентиль Z, вентиль фазового сдвига). Их осуществление происходит при помощи воспроизведения их преобразования в код VHDL. Следовательно, вентилям с такими преобразованиями (X-вентили и Z-вентили) необходимо значительно меньше ресурсов.

Эффективности использования служит также возможность генерации кода языка VHDL для создания схем множественных входных квантовых вентиляей из единичных входных вентиляей на автоматическом уровне. Обычно, n -входной вентиль представлен матрицей 2^n на 2^n . В управляемых вентиляях количество управляющих переменных представлено в виде параметра в сценарии генерации кода. Для повышения эффективности скрипт создает VHDL-описание преобразования результата вместо большой матричной формы. Следовательно, представленная процедура позволяет автоматизировать построение квантовых вентиляей произвольного размера.

Заключение. Таким образом, были представлены главные вопросы проектирования работы квантового эмулятора на основе аппаратного подхода, включающего ПЛИС, а также проанализирована платформа для разработки квантовых схем. Данный эмулятор позволяет выстроить комплексные квантовые схемы из библиотеки компонентов достаточно простым способом. Вместе с тем, он имеет функцию эмуляции параллелизма, который имеют квантовые вычислительные устройства, используя построение параллельных путей эволюции для непосредственно отдельного квантового бита на ПЛИС. Из этого можно сделать вывод о том, что алгоритмы эмулирования ПЛИС являются эффективными, в то время как в программном обеспечении это выполнить затруднительно. Такой эмулятор, соответственно, легко масштабируется и обладает высоким потенциалом для дальнейшей эмуляции комплексных квантовых схем. Он включает в себя следующие концепции квантовых вычислений: квантовая коррекция ошибок, отказоустойчивые квантовые вычисления и методы квантовых измерений.

Другие сферы применения квантового эмулятора на основе аппаратного подхода включают оптимизацию, аппроксимацию и анализ квантовых преобразований Фурье. Эти элементы необходимы для повышения эффективности квантовых алгоритмов. Таким образом, разработка обратимых библиотек вентиляей и архитектур для эмулирования квантовых алгоритмов, является актуальной темой для дальнейших исследований [4, 5].

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №20-07-00916.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гушанский С.М., Переверзев В.А. Моделирование квантовых вычислений с использованием аппаратного вычислительного ядра // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 123. – С. 545-557.

2. *Пуховский В.Н., Гушанский С.М., Потапов В.С., Бородянский Ю.М.* рассмотрение приемов ускорения моделирования квантовых вычислений и реализация алгоритма оптимизации, исключая тензорное произведение при моделировании // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. – 2020. – № 2 (261). – С. 92-98.
3. *Steffen M., Vandersypen L.M.K. and Chuang I.L.* Toward Quantum Computation: A Five-Qubit Quantum Processor, IEEE Micro. – 2001. – Vol. 27, No. 1. – P. 24-34.
4. *Hayes J.P. and Markov I.L.* Simulation, Synthesis and Testing of Quantum Circuits, DARPA QuIST annual research review, Beverly Hills, CA, June 2003. – 40 p.
5. *Fujishima M., Saito K., Onouchi M., Hoh H.* High-speed processor for quantum-computing emulation and its applications // IEEE International Symposium on Circuits and Systems, 25-28 May 2003. – Vol. 4.

А.В. Козловский, С.В. Онищенко, В.Е. Авдеев

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

Южный федеральный университет, г. Таганрог

В данной статье рассматриваются существующие методы измерения объема круглых лесоматериалов. В качестве рассмотрения выбрана группа методов, классифицируемая по признаку количества измеряемых лесоматериалов. Проводится сравнение данных методов, с целью определения наиболее подходящих для определения объемов крупных партий круглых лесоматериалов.

Введение. В настоящее время отрасль деревообрабатывающей промышленности в нашей стране занимает достаточно большую нишу в общем объеме ВВП. По состоянию на 2019 год, экспорт российского круглого леса составил порядка 11 % от общего объема мирового экспорта круглых лесоматериалов [7]. Учитывая такие большие объемы поставки, возникает задача проведения весьма точного учета экспортируемого сырья, с целью минимизации финансовых потерь.

Учет размеров и объемов лесоматериалов является мало механизированным и автоматизированным процессом, а трудоемкость этих процессов вызвана большим числом ручных измерений. В настоящее время в России до сих пор широко используется метод определения объемов по специализированным таблицам объема. Для его реализации необходимо произвести всего два измерения: длину бревна и его диаметр, при этом не требуется ни окорка бревен ни разваливание штабеля, но он не способен дать точных результатов измерения.

Одной из особенностей при проведении измерения объемов круглых лесоматериалов является высокий уровень погрешности получаемых измерений, вызванный различными факторами [5]:

- ◆ неправильная форма бревен и штабелей;
- ◆ наличие или обдир коры;
- ◆ погрешности, возникающие при визуальном измерении показателей;
- ◆ изменение оцениваемых показателей с течением времени.

Учитывая рассмотренные обстоятельства, необходимо определить методы, позволяющие измерять большие объемы лесоматериалов с достаточно высокой точностью. Для этого проведем анализ существующих методов измерения объема лесоматериалов.

Методы измерения лесоматериалов. В общем методы измерения объема лесоматериала можно классифицировать по трем основным признакам: по количеству измеряемых лесоматериалов (за один такт измерения), по принципу проводимого измерения и по способу взаимодействия с объектами в процессе измерения [6].

Более подробно рассмотрим классификацию методов измерения объема круглого леса по количеству измеряемых лесоматериалов. В данной классификации можно разделить две основные группы методов: штучные и групповые. На рис. 1 представлена классификация измерения объемов лесоматериала в зависимости от его количества.

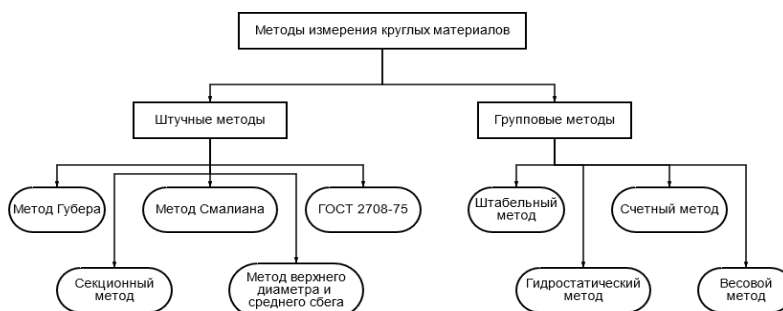


Рис. 1. Классификация методов измерения круглых лесоматериалов по их количеству

Штучные методы подразумевают непосредственное измерение каждого из бревен, что малоприменимо при расчете объемов крупных партий лесоматериала. К группе штучных методов можно отнести: метод срединного сечения (метод Губера), секционный метод, метод концевых сечений (метод Смалиана), метод верхнего диаметра и среднего сбega [4].

Таблица 1

Основные поштучные методы измерения круглых лесоматериалов

Метод измерения	Изменяемые показатели круглых лесоматериалов
Метод концевых сечений (метода Смалиана)	Верхний и нижний диаметры, длина
Метод срединного сечения (метод Губера)	Срединный диаметр, длина бревна
Секционный метод	Срединные диаметры и длины секций бревна
Метод верхнего диаметра	Верхний диаметр, длина бревна, коэффициенты, учитывающие сбег бревна

Метод Губера. При его использовании в качестве модели измеряемого бревна используется цилиндр с диаметром равному диаметру бревна, на середине его длины L . При всей простоте измерений данный метод обладает большой погрешностью вычислений, равной 10–15 % [4].

Метод Смалиана. Для его реализации необходимо произвести измерение диаметров обоих торцов бревна, а также его длины. В результате этого возможно добиться погрешности измерения 7–10 %.

Секционный метод. Является весьма трудозатратным, поскольку необходимо неоднократно производить измерения срединных диаметров бревна и длин секций, но в итоге можно добиться достаточно высокой точности измерения с ошибкой, не превышающей 5–7 %.

Метод верхнего диаметра и среднего сбега. Отличается от остальных тем, что для его реализации необходимо определить величину сбега для каждой из конкретных пород древесины [1]. Для этого формируют выборку не менее чем из 500 бревен различного диаметра и длины. Данный этап значительно повышает общую трудозатратность данного метода.

Групповые методы направлены на измерение большого объема лесоматериала, сложенного в штабели или в пачки (пакеты) [3]. В табл. 2 представлены основные групповые методы измерения круглых лесоматериалов.

Таблица 2

Основные групповые методы измерения лесоматериалов

Метод измерения	Показатель основного измерения	Показатель выборочного измерения
Штабельный	Объем штабеля	Коэффициент полндревесности
Весовой	Масса партии	Коэффициент плотности
Счетный – по числу бревен в партии	Число бревен в партии	Средний объем бревна
Счетный – по числу пакетов в партии	Число пакетов в партии	Средний объем пакета
Гидростатический	Изменение массы бревна при погружении в воду	Объем 1 т воды (обычно 1,0 м ³ /т)

Штабельный метод. Данный метод базируется на геометрическом способе измерения объемов лесоматериала в штабеле. Главным преимуществом является то, что для проведения измерений нет нужды проводить дополнительные манипуляции с лесоматериалами (такие как роспуск штабеля). К недостаткам можно отнести не высокую точность измерения, которая достигается при реализации измерения по правилу «полного ящика».

Весовой метод. Использование данного метода позволяет определить массу всей партии лесоматериала как разницу между массой брутто и массой тары (вагоны, автомобили, суда). Несмотря на то, что данный метод позволяет определить объем с большой долей точности, он имеет некоторые недостатки. Одним из них является необходимость наличия специализированного оборудования для определения массы. Вторым недостатком является необходимость определения коэффициента плотности, предварительно определяемого по выборке из измеряемой партии и зависящего от некоторых факторов таких как влажность древесины, наличие коры и т.д.

Гидростатический метод. Данный метод позволяет обеспечить весьма точное определение объема пакета лесоматериалов, но является крайне затратным с точки зрения его реализации, поскольку необходимо каждый из измеряемых пакетов погружать в воду для определения выталкивающей силы, действующей на него, с использованием которой в дальнейшем производится расчет объема пакета лесоматериалов.

Счетный метод. Основан на предварительном определении среднего объема бревна в партии, на основании проводимой выборки и подсчета их общего числа в партии. Сложность реализации данного метода и общая трудозатратность, напрямую зависят от желаемой точности, поскольку для ее повышения необходимо делать выборку большего размера [2].

Заключение. В результате рассмотрения основных методов определения объема круглых лесоматериалов, было выявлено, что наиболее точным из штучных методов является секционный метод, обеспечивающий общую погрешность в

пределах 5–7 %. Однако в силу своей трудоемкости он практически не применяется для решения практических задач, а находит свое применение в различных исследовательских проектах. На практике же применяется метод Губера или Смалиана, обладающие достаточно низкой точностью измерений.

Что касается групповых методов измерения, то наибольшую точность позволяют обеспечить весовой и гидростатический метод, однако их применение требует немалых финансовых затрат и невозможно без наличия специализированного оборудования. Наименьшими требованиями обладает штабельный метод измерений, точность которого зависит напрямую от вычисления коэффициента полнодревесности. Более того, именно данный метод может быть реализован с использованием различных подходов по измерению геометрических параметров лесоматериалов и может быть в значительной степени модифицирован посредством перехода от традиционных геометрических измерений к бесконтактным.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Самойлов А.Н., Волошин А.В., Козловский А.В.* Алгоритмическое обеспечение системы интеллектуальной обработки цифровых изображений для задач прикладной фотограмметрии // Вестник АГУ. – 2019. – Вып. 3 (246). – С. 96-102.
2. ГОСТ 32594-2013 Лесоматериалы круглые. Методы измерений. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200108364> (дата обращения: 13.03.2021).
3. Методы измерения размеров и объема круглых лесоматериалов, контроль качества, приемка, маркировка. – Режим доступа: URL: <https://www.activestudy.info/metody-izmereniya-razmerov-i-obema-kruglyx-lesomaterialov-kontrol-kachestva-priemka-markirovka/> (дата обращения: 13.03.2021).
4. Определение объема ствола срубленного дерева по простой стереометрической формуле (срединного сечения), ее точность. – Режим доступа: URL: <https://studfile.net/preview/5079403/page:4/> (дата обращения: 13.03.2021).
5. *Петровский В.С., Гончаров М.Г.* Исследование точности учета объемов по размерам бревен и весу в системах автоматизированного учета // Лесотехнический журнал. – 2013. – № 2 (10). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-tochnosti-ucheta-obemov-po-razmeram-breven-i-vesu-v-sistemah-avtomatizirovannogo-ucheta> (дата обращения: 13.03.2021).
6. *Самойлов А.Н.* Классификация и определение основных направлений развития методов измерения объема круглого лесоматериала // Научный журнал КубГАУ. – 2006. – № 24. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/klassifikatsiya-i-opredelenie-osnovnyh-napravleniy-razvitiya-metodov-izmereniya-obema-kruglogo-lesomateriala> (дата обращения: 13.03.2021).
7. Статистика по лесной продукции. – Режим доступа: URL: <http://www.fao.org/forestry/statistics/80938@180724/ru/> (дата обращения: 13.03.2021).

В.Е. Буглов, М.С. Попиков, А.М. Воронин

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Введение. Видовое богатство отражает число видов, встречающихся в пределах экосистемы, однако количество особей постоянно меняется с учетом изменения климатических условий. С целью выявления видового состава, а также анализа насыщенности особей в исследуемой местности проводятся дорогостоящие и длительные экспедиции.

В настоящий момент данные о реальном биоценозе и биотопе в конкретном месте добываются следующим образом: на местность отправляется экспедиция с целью сбора сырых данных в виде различных проб среды и сбора биомассы, после возвращения экспедиции исследователи имеют большое количество образцов флоры и фауны, которые впоследствии необходимо классифицировать и каталогизировать. Из-за большого количества исходного материала работы по классификации и каталогизированную могут растянуться на месяцы, вследствие чего данные устаревают.

Внедрение технологий компьютерного зрения позволит частично автоматизировать некоторые этапы обработки результатов экспедиции, что позволит ускорить сам процесс обработки, а в следствии позволит своевременно получать данные о количестве особей интересующих исследователей видов.

Особенности компьютерного зрения. Машинное зрение (также известно как техническое зрение) сегодня стало неотъемлемой частью жизнедеятельности человека. Системы автоматического распознавания автомобильных номеров уже давно охраняют выезды из городов, а системы выявления брака продукции надежно закрепили свои позиции в промышленном секторе. Если мы говорим о зрении, тем более об искусственном, то первый акцент необходимо сделать на том, что главную роль в системах машинного зрения играют видеокамеры.

Какие функции выполняет машинное зрение сегодня и какие цели преследует? Ответив на данный вопрос, каждый для себя сможет оценить масштаб ценности данных технологий. Итак, основные цели [1]:

- ♦ автоматизировать любой процесс обработки визуальной информации будь то распознавание автомобильных номеров или контроль параметров изделия на производстве. Это необходимо контролировать автоматически в режиме 24/7;

- ♦ исключить человеческий фактор. Машины неутомимо могут выполнять любую операцию, пока не выйдут из строя. Человек же требует перерывов на сон, еду, отдых; к тому же эффективность человеческого труда имеет свойство с течением времени снижаться;

- ♦ повысить скорость обработки информации. Камерам машинного зрения под силу обрабатывать информацию с предельной для человеческого глаза скоростью. Если возможности человека ограничены скоростью в 24 к/с, то камеры машинного зрения могут похвастаться скоростью снимков в 20 000 к/с.

Исходя из перечисленных пунктов, можно оценить, каким подспорьем является машинное зрение в автоматизированных системах.

Алгоритм разрабатываемой системы. С целью оптимизировать процесс выявления видового разнообразия и подсчета, интересующих исследователей, особей нами предложена интеллектуальная система, основанная на технологии машинного зрения. Система распознает живые организмы и выдает информацию о том сколько особей какого вида находится в зоне исследования.

После запуска и инициализации программы начинается основной рабочий цикл, внутри которого выполняются все основные этапы программы такие как захват кадра, выделение регионов интереса, предобработка, детекция и классификация, фиксирование и отображение результатов. Перед завершением работы система сохраняет результаты работы, а после безопасно завершается.

В данной системе используется искусственная нейронная сеть RetinaNet реализации компании Fizug, основная особенность которой – архитектура, состоящая из четырёх частей (Backbone, Feature Pyramid Net, Classification Subnet, Regression Subnet). Нейронная сеть обучена наборе данных в пять тысяч изображений, содержащем в себя три класса. Точность нейронной сети составляет 86 %.



Рис. 1. Алгоритм работы системы

Результаты работы системы. По итогу результат выполнения системы выглядит следующим образом.

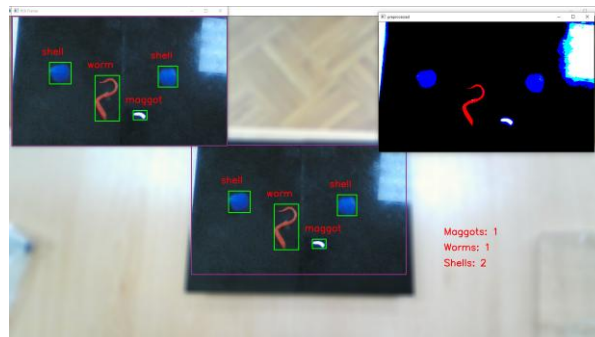


Рис. 2. Результат работы системы

Разработанный нами продукт имеет возможность идентифицировать три вида живых организмов, а также выполнять подсчет в реальном времени. Стоит отметить, отметить, что система работает в лабораторных условиях.

Заключение. Разработанная система, способна в режиме реального времени обрабатывать видеопоток, классифицируя появляющиеся в нём объекты одного из трёх базовых классов. Программа написана на языке Python с использованием модулей TensorFlow, Keras, OpenCV и нейронной сетью из модуля fizyr/keras-retinanet, обученной на собранном наборе данных. Далее планируется усовершенствовать функционал нашей системы, а также увеличить количество распознаваемых видов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Визильтер Ю.В., Желтов С.Ю., Князь В.А. [и др.]*. Обработка и анализ цифровых изображений с примерами на LabVIEW IMAQ Vision. – М.: ДМК Пресс, 2017. – С. 14-16.
2. *Гонсалес Р., Вудс Р.* Цифровая обработка изображений. – М.: Техносфера, 2012. – 1104 с.
3. *Ерош И.Л., Сергеев М.Б., Соловьев Н.В.* Обработка и распознавание изображений в системах превентивной безопасности: учеб. пособие. – СПб.: ГОУ ВПО СПбГУАП, 2012. – 154 с.
4. *Костяшкин Л.Н., Никифоров М.Б.* Обработка изображений в авиационных системах технического зрения. – М.: Физматлит, 2016. – 240 с.
5. *Кравченко В.Ф.* Цифровая обработка сигналов и изображений в радиофизических приложениях. – М.: Физматлит, 2017. – 544 с.

В.С. Потапов

КВАНТОВОЕ КОДОВОЕ РАССТОЯНИЕ И ОЦИФРОВКА КВАНТОВЫХ ОШИБОК

Руководитель – к.т.н., доцент кафедры вычислительной техники С.М. Гушанский

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Введение. Квантовая коррекция ошибок – это набор методов защиты квантовой информации, и квантового состояния от нежелательных взаимодействий окружающей среды (декогеренции) и других форм и видов шума. На сегодняшний день существуют современные квантовые технологии, которые способны поддерживать принципиально новые вычислительные алгоритмы, базирующиеся на принципах квантовой механики.

1. От классической к квантовой коррекции ошибок. Классические информационные технологии используют двоичное кодирование, в котором данные представлены как последовательности битов, принимающих значения «0» или «1». Основным принципом исправления ошибок заключается в том, что количество битов, используемых для кодирования заданного объема информации, увеличивается. Точный способ, которым достигается это избыточное кодирование, определяется набором инструкций, известных как код исправления ошибок.

Простейшим примером кода исправления ошибок является трехбитовый код повторения, кодировщик которого дублирует каждое битовое значение $0 \rightarrow 000$ и $1 \rightarrow 111$. Более формально можно определить трехбитовый код как отображение «сырого» двоичного алфавита V в кодовый алфавит C : $V = \{0, 1\} \rightarrow C = \{000, 111\}$, где закодированные битовые строки «000» и «111» упоминаются как логические кодовые слова кода C . В качестве примера рассмотрим простой случай, когда мы хотим передать однобитовое сообщение «0» получателю в другом месте. Используя трехбитное кодирование, мы отправим сообщение с кодовым словом «000». Теперь представьте, что в сообщении произошла единственная ошибка переворота битов во время передачи, так что получатель получает битовую строку «010».

В этом сценарии получатель сможет сделать вывод о том, что предполагаемое кодовое слово – «000», большинством голосов. То же самое будет верно для всех случаев, когда кодовое слово подвержено только одной ошибке. Однако, если кодовое слово подвержено двум ошибкам переворота битов, большинство голосов приведет к неправильному кодовому слову. Последний сценарий, который следует рассмотреть, когда все три бита меняются местами, так что кодовое слово «000» становится «111». В этом случае поврежденное сообщение также является кодовым словом: поэтому получатель не сможет узнать, что произошла ошибка. Расстояние кода определяется как минимальное количество ошибок, которые изменят одно кодовое слово на другое. Мы можем связать расстояние d кода с количеством ошибок, которые он может исправить: $d = 2t + 1$, где t – количество ошибок, которые код может исправить. Ясно, что вышеприведенное уравнение истинно для трехбитового кода, где $t = 1$ и $d = 3$. В общем, коды с исправлением ошибок описываются в терминах записи $[n, k, d]$, где n – общее количество бит на кодовое слово, k – количество закодированных битов (длина исходной битовой строки), а d – кодовое расстояние.

2. Оцифровка квантовых ошибок. В классической информации биты находятся в состоянии «0» или «1». Следовательно, единственный тип ошибки, который следует учитывать – это переворот битов, который принимает $0 \rightarrow 1$ и наоборот. Напротив, общее состояние кубита может принимать континуум значений между его базовыми состояниями. С точки зрения разработки кодов исправления ошибок – это свойство проблематично, поскольку оно означает, что кубит подвержен бесконечному количеству ошибок. Чтобы проиллюстрировать это более наглядно, полезно переписать общее состояние кубита в терминах геометрического представления, задаваемого формулой

$$|\psi\rangle = \cos \frac{\theta}{2} |0\rangle + e^{i\varphi} \sin \frac{\theta}{2} |1\rangle. \quad (1)$$

В этой форме состояние кубита соответствует точке, заданной углами θ и φ , на поверхности так называемой сферы Блоха. Ошибки кубита могут возникать из-за множества физических процессов. Самый простой случай для изучения – это ошибки, которые заставляют кубит когерентно вращаться из одной точки на сфере Блоха в другую. Такие ошибки кубита могут, например, возникать из-за систематических сбоях управления в оборудовании, с которым кубиты реализованы. Математически когерентные ошибки описываются унитарной операцией $U(\delta\theta, \delta\varphi)$, которая развивает состояние кубита следующим образом

$$U(\delta\theta, \delta\varphi)|\psi\rangle = \cos \frac{\theta+\delta\theta}{2} |0\rangle + e^{i(\varphi+\delta\varphi)} \sin \frac{\theta+\delta\theta}{2} |1\rangle, \quad (2)$$

где $\theta + \delta\theta$ и $\varphi + \delta\varphi$ – новые координаты на сфере Блоха. Из этого видим, что кубиты подвержены континууму когерентных ошибок, получаемых путем изменения параметров $\delta\varphi$ и $\delta\theta$. Поэтому на первый взгляд может показаться, что протоколы квантовой коррекции ошибок должны основываться на методах классических аналоговых вычислений, для которых теория коррекции ошибок не очень хорошо развита. К счастью, оказывается, что квантовые ошибки могут быть оцифрованы, так что возможности исправления конечного набора ошибок достаточно для исправления любой ошибки. Чтобы увидеть, как это возможно, сначала отметим, что процессы когерентного шума описываются матрицами, которые могут быть расширены с точки зрения базиса Паули. Процесс когерентной ошибки с одним кубитом, описанный в уравнении (2), может быть расширен в приведенном выше базисе следующим образом

$$U(\delta\theta, \delta\varphi)|\psi\rangle = \alpha_A A|\psi\rangle + \alpha_X X|\psi\rangle + \alpha_Z Z|\psi\rangle + \alpha_Y Y|\psi\rangle, \quad (3)$$

где $\alpha_A, \alpha_X, \alpha_Z, \alpha_Y$ – коэффициенты разложения. Отметим, что Y – матрица Паули эквивалентна (с точностью до фазы) произведению XZ .

Вышеприведенное выражение показывает, что любой процесс когерентной ошибки может быть разложен на сумму из набора Паули. Процесс исправления ошибок сам по себе включает в себя выполнение проективных измерений, которые заставляют вышеуказанную суперпозицию схлопнуться до подмножества ее членов. В результате код квантовой коррекции ошибок с возможностью исправления ошибок, описываемых матрицами X- и Z-Паули, сможет исправить любую когерентную ошибку. Этот эффект, называемый оцифровкой ошибки, имеет решающее значение для успеха кодов квантовой коррекции ошибок.

3. Квантовая избыточность и измерение стабилизатора. Квантовая коррекция ошибок осложняется теоремой о запрете клонирования, коллапсом волновой функции и существованием уникального типа квантовой ошибки – переворота фазы. Итак, столкнувшись с этими проблемами, как добавить избыточность в квантовую систему, чтобы позволить ошибкам быть обнаруженными в реальном времени? Этап кодирования: информация, содержащаяся в $|\psi\rangle_1$ запутана с кубитом избыточности $|0\rangle_2$ для создания логического состояния $|\psi\rangle_L$. Стадия ошибки: во время выявления ошибки (показанной элементом схемы E) два кодовых кубита потенциально подвержены ошибкам переворота битов. Этап извлечения синдрома: к кубитам кода применяется оператор Z_1Z_2 , управляемый вспомогательным кубитом A. Последующее измерение анцилла кубита дает код синдрома S.

Классические коды с повторением работают за счет увеличения ресурсов, используемых для кодирования данных, сверх теоретического минимума. Аналогично, в квантовых кодах избыточность добавляется путем расширения гильбертова пространства, в котором кодируются кубиты. Чтобы увидеть, как это достигается на практике, мы теперь опишем двухкубитовый код, прототип квантового кода, предназначенный для обнаружения однобитовой ошибки переворота. Этап кодирования двухкубитового кода, действующий на общее состояние $|\psi\rangle$, имеет следующее действие

$$|\psi\rangle = \alpha|0\rangle + \beta|1\rangle \rightarrow |\psi\rangle_L = \alpha|00\rangle + \beta|11\rangle = \alpha|0\rangle_L + \beta|1\rangle_L, \quad (4)$$

где после кодирования логическими кодовыми словами являются $|0\rangle_L = |00\rangle$ и $|1\rangle_L = |11\rangle$. Эффект операции кодирования заключается в распределении квантовой информации в начальном состоянии $|\psi\rangle$ по запутанному двухстороннему логическому состоянию $|\psi\rangle_L$. Это вводит избыточность в кодировку, которая может быть использована для обнаружения ошибок.

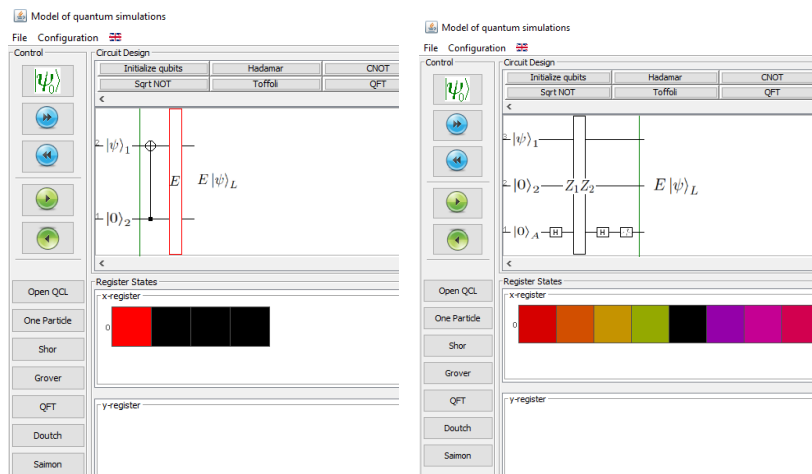


Рис. 1. Принципиальная схема двухкубитного кода

4. Квантовое кодовое расстояние. Как и в случае с классическими кодами, расстояние квантового кода определяется как ошибка минимального размера, которая останется незамеченной. В качестве альтернативы эту ошибку минимального размера можно рассматривать как логический оператор Паули, преобразующий одно состояние кодового слова в другое. Для трехкубитового кода, описанного в выше, мы видим, что логический оператор Паули-X задается формулой $X = X_1 X_2 X_3$, так что $X|0\rangle_L = |1\rangle_L$ и $X|1\rangle_L = |0\rangle_L$, где $|0\rangle_L = |000\rangle$ и $|1\rangle_L = |111\rangle$ – логические кодовые слова для трехкубитового кода. Если бы кубиты были подвержены только X-ошибкам, тогда трехкубитовый код имел бы расстояние $d = 3$. Однако, поскольку кубиты также подвержены ошибкам фазового переворота, необходимо также учитывать логический оператор Z при определении кодового расстояния.

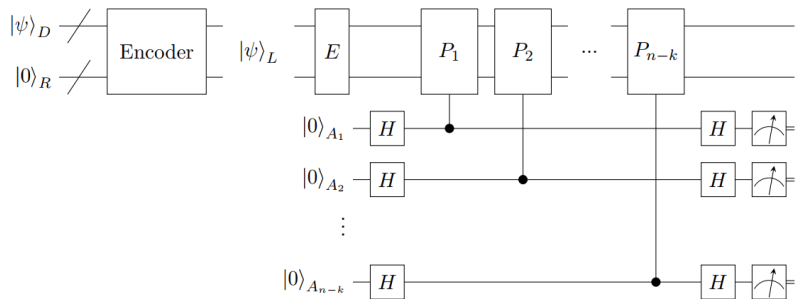


Рис. 2. Схема, иллюстрирующая структуру кода стабилизатора $[[n, k, d]]$

Z-ошибка отображает сопряженный базис состояний: $Z|+\rangle = |-\rangle$ и $Z|-\rangle = |+\rangle$. Теперь, кодирование сопряженных базисных состояний трехкубитовым кодом дает логические состояния

$$|+\rangle_L = \frac{1}{\sqrt{2}}(|000\rangle + |111\rangle), \quad |-\rangle_L = \frac{1}{\sqrt{2}}(|000\rangle - |111\rangle). \quad (5)$$

Заключение. Данная работа описывает основы разработки квантовых алгоритмов и моделирования запутанных квантовых вычислений, применимых в квантовых алгоритмах. Квантовые алгоритмы предполагают использование векторной и матричной алгебры. Произведена реализация схем исправления основных типов квантовых ошибок на основе базовой схемы построения квантовых кодов коррекции.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант № НК 20-07-00368.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Gushansky S., Pykhovskiy V., Kozlovskiy A., Potapov V. Development of a scheme of a hardware accelerator of quantum computing for correction quantum types of errors // The 4-th Computational Methods in Systems and Software 2020, Czech Republic. – P. 64-73.
2. Shenvi N., Kempe J., Whaley K.B. A Quantum Random Walk Search Algorithm. – Режим доступа: <http://arxiv.org/pdf/quant-ph/0210064v1.pdf> (дата обращения: 12.03.2021).
3. Hales S. Hallgren. An improved quantum Fourier transform algorithm and applications // Proceedings of the 41st Annual Symposium on Foundations of Computer Science, November 12–14, 2000. – P. 515.

А.А. Трофимец

**РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ЗАДАЧИ
ЦИФРОВОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИЯ**

Руководитель – к.т.н., доцент кафедры вычислительной техники А.О. Пьявченко

Южный федеральный университет, г. Таганрог

В данной работе рассматривается задача стабилизации видеокадров цифрового изображения методом сопоставления характерных точек (SURF) на примере видеопотока в веб-конференции, а также описывается программная реализация алгоритма стабилизации в MatLab.

Видеосвязь становится повсеместной – на телевизорах, ноутбуках, настольных компьютерах, мобильных устройствах и даже в бытовой технике. С развитием технологий расширяются модели просмотра веб-страниц, обеспечивая доступ к информации в таких областях, как социальные сети, чат, видеоконференции и телевидение через Интернет, благодаря новому стандарту общения по связи – связь в реальном времени (RTC – Real-Time Communication). Видеосвязь в реальном времени – синхронное аудиовизуальное взаимодействие между людьми или группами, осуществляемое через сетевую инфраструктуру фиксированного или мобильного Интернета. Это определение включает в себя одноранговые видеозвонки, многоточечные видеоконференции, прямую трансляцию событий и действий, удаленные лекции и множество других видеоприложений в реальном времени [1].

Также в настоящее время нашли применение в фото- и видеосъемке технологии стабилизации изображения. Некоторые устройства с оптическими приборами, как правило, подвержены качке и вибрации. Колебания оказывают вредное влияние на качество видеоизображения: из-за дрожания видеокамеры кадры получаются нечеткими, смазанными. Чтобы снизить такое влияние, как известно, применяют различные методы и средства стабилизации [2, 3].

Существующие методы и средства стабилизации можно разделить на четыре класса, включающие, соответственно, цифровые, оптические, механические и гибридные. В настоящей работе рассматривается комплексный метод цифровой стабилизации, обеспечивающий эффективную стабилизацию цифровых видеокадров программным способом.

В данной работе для реализации видеоконференции будет использоваться технология WebRTC. Это современная открытая технология, которая делает доступными коммуникационные возможности в реальном времени при передаче аудио, видео и данных в реальном времени через веб-браузеры с использованием API-интерфейсов JavaScript (Application Programming Interfaces) без плагинов [4].

Стоит учитывать, что в самом браузере работает три специальных «движка» (рис. 1) для качественного функционирования потокового соединения. «Голосовой движок» и «видеодвижок» отвечают за сбор мультимедийных данных с веб-камеры и микрофона, оптимизируют и сжимают аудио- и видеоданные. «Транспортный движок» объединяет информацию и отвечает за транспортировку потока в зашифрованном виде с помощью безопасного протокола передачи данных SRTP (Secure Real-time Protocol) и протокола дейтаграмм безопасности транспортного уровня DTLS (Datagram Transport Layer Security).



Рис. 1. Структура «движков» браузера

Стандарт WebRTC охватывает на высоком уровне две разные технологии: устройства захвата мультимедиа (MediaStreams) и одноранговую связь (PeerConnection). К устройствам захвата мультимедиа относятся видеокamеры и микрофоны, а также «устройства» захвата экрана. Для камер и микрофонов используется функция `navigator.mediaDevices.getUserMedia`. Одноранговая связь обрабатывается интерфейсом `RTCPeerConnection`. Это центральная точка для установления и управления соединением между двумя одноранговыми узлами в WebRTC.

```
%Предоставление разрешения браузеру для получения доступа к мультимедиа
var getUserMedia;
var browserMedia = navigator.getUserMedia;
getUserMedia = browserMedia.bind( navigator );
getUserMedia({video: true, audio: true}, function(
stream ) {console.log( stream );});
```

Получив Stream-объект с аудио и видео и используя html5 тег «video», выведем видеопоток на веб-страницу.

```
%Вывод видеопотока с веб-камеры
<video id="video" autoplay></video>
elementVideo = document.getElementById( 'video' );
elementVideo.src = URL.createObjectURL( stream );
```

Далее необходимо разбить видеоданные на кадры для использования алгоритма стабилизации. Как известно, цифровая стабилизация основана на программной реализации специального алгоритма, который сравнивает последовательность кадров, анализирует сдвиг изображения и возвращает «смещенный» кадр в нормальное положение, то есть в противоположную сторону по отношению к сдвигу [3].

Идея решения проблемы стабилизации объекта в кадрах видеопоследовательности базируется на поиске характерных, ключевых точек изображения объекта с последующей минимизацией их дрожания в кадре.

Для оценки положения образа объекта в видеопоследовательности было предложено использовать метод Speeded Up Robust Features (SURF) [5], как один из наиболее эффективных из известных в настоящее время методов, используемых при решении задачи поиска объектов на монохромных изображениях практически вне зависимости от их масштаба и ракурса съемки. Дело в том, что метод решает две основные задачи: поиск характерных точек (ХТ) на изображении и создание их дескрипторного описания – «дескрипторов, инвариантных к масштабу и повороту».

Общий алгоритм программы для стабилизации видеопотока может быть выражен в виде следующей последовательности действий, описанных с применением языка MatLab:

```
% чтение кадров из видеофайла:
fileName = 'shakeme.avi';
VideoSrc = VideoReader(fileName);
% определение характерных точек для каждого кадра:
pntsA = detectSURFFeatures(imageA);
pntsB = detectSURFFeatures(imageB);
% выбор соответствий между точками:
[ftsA, pntsA] = extractFeatures(imageA, pntsA); [ftsB,
pntsB] = extractFeatures(imgB, pntsB); iPairs =
matchFeatures(ftsA, ftsB);
% оценка преобразований сопоставлений:
[tform, pntsBm, pntsAm] =
estimateGeometricTransform(pntsB, pntsA, 'affine');
% преобразование аппроксимации и сглаживания:
mH = tform.T; R = mH(1:2,1:2);
ConerTheta = mean([atan2(R(2),R(1)) atan2(-
R(3),R(4))]); Scale = mean(R([1 4])/cos(ConerTheta));
translation = mH(3, 1:2);
mHsRt = [[Scale*[cos(ConerTheta) -sin(ConerTheta);
sin(ConerTheta) cos(ConerTheta)]; translation], [0 0 1]];
tformsRT = affine2d(mHsRt);
% получение стабилизированного видео.
...
```

На рис. 2 показан результат стабилизации видеопотока.

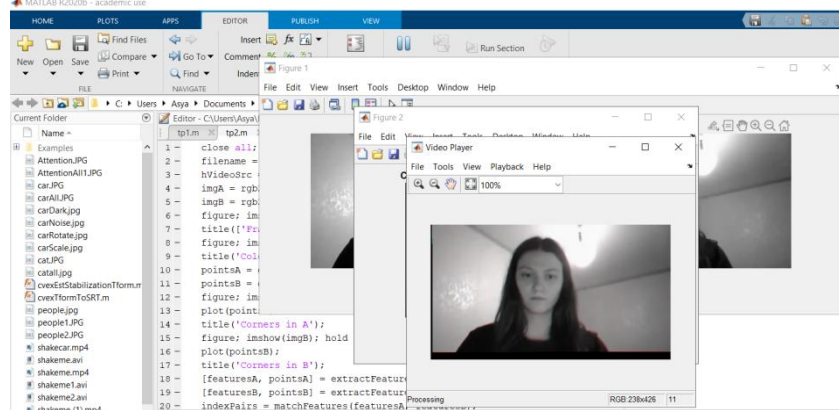


Рис. 2. Работа алгоритма в MatLab

В целом алгоритм стабилизации видеоизображения состоит в следующем: выполняется перевод цветного изображения в оттенки серого и осуществляется повышение его контрастности, выделяются характерные точки и рассчитываются их дескрипторное описание (метод SURF) и, наконец, учитывая аффинные преобразования, осуществляется поиск ХТ в кадрах и их сведение, тем самым «синтезируется» стабилизированное цифровое видео.

В среде MatLab генерируем код написанного алгоритма стабилизации на код JavaScript для дальнейшего использования в веб-приложении.

Разрабатываемая система, будет способна в режиме реального времени обрабатывать видеопоследовательность во время трансляции с камеры на веб-приложение, в результате стабилизируя получаемое видеоизображение описанным выше методом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. The Future of Real-Time Video Communication. – Режим доступа: URL: https://www.iftf.org/uploads/media/SR1278_Real-TimeVideoCommunication_2.12sm.pdf (дата обращения: 20.03.2021).
2. *Смаргунова А.С., Складов А.А.* Синергетическое управление системой стабилизации камеры в условиях постоянно действующих внешних возмущений // VIII Всероссийская научная конференция «Системный синтез и прикладная синергетика»: Сб. науч. тр. – п. Нижний Архыз, 2017. – С. 111-122.
3. *Пьявченко А.О., Николаюк К.А., Великосельский С.А.* Методы стабилизации цифрового видеопотока данных и проблемы их применения в реальном времени // XVI Всероссийская научная конференция молодых ученых, аспирантов и студентов: Сб. науч. тр. в 3 т. Т.1. – Ростов-на-Дону: Изд-во: ЮФУ, 2018. – С. 224-233.
4. WebRTC role in real-time communication and video conferencing. – Режим доступа: URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9119656> (дата обращения: 22.03.2021).
5. *Bay H., Ess A., Tuytelaars T., L. Van Gool.* SURF: Speeded Up Robust Features // Computer Vision and Image Understanding (CVIU). – 2008. – Vol. 110, No. 3. – P. 346-359.

Е.А. Гуляев

СОВРЕМЕННЫЕ РЕШЕНИЯ В ОБЛАСТИ АНАЛИЗА СЦЕНЫ

Руководитель – д.т.н., доцент кафедры вычислительной техники Н.Е. Сергеев

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Введение. Что такое анализ сцены? Это определение по видеоизображению некоторых характеристик наблюдаемых объектов и их взаимодействия. Например, это может быть распознавание номеров автомобилей, определение скорости движущихся объектов, их классификация по типам (человек, животное, транспортное средство) и многое другое.

1. Причины появления. Утомляемость, неспособность человека к длительной концентрации начинают сказываться уже через полчаса работы с несколькими камерами, что приводит к резкому падению эффективности наблюдения. В то же время существует ряд интеллектуальных системы видеонаблюдения, которые дают стабильное и высокое качество результата поиска объектов на изображении или его анализа.

Системы видеонаблюдения(СВН), в которых реализованы интеллектуальные функции, позволяют более эффективно решать поставленные задачи. Существует несколько классификаций систем видеонаблюдения. Например, одна из таких систем классификации по материалу с которым работает система, выделяются следующие виды систем аналоговые и цифровые. В качестве интеллектуальных СВН выступают цифровые системы. Цифровые системы также разделяются по использованию различных технологий, например разделив СВН на Компьютеризированные системы и системы IP-видеонаблюдения. В первом случае оцифровку и сжатие материала выполняет ПК в другом случае адаптер, подключаемый к камере [1].

2. Представленные решения. Надо отметить, что почти все современные цифровые системы видеонаблюдения включают в себя простейшие средства анализа видеоизображения – например, детектор движения. Под анализом изображения в системах с простыми средствами понимается наличие и расположения объектов на кадре. Примером таких средств, выступают разработки компании Axis [2]. Однако, этого недостаточно для решения очень многих актуальных на сегодняшний день задач. Примером таких задач являются анализ более сложных свойств, таких как определение позы, вектора движения и по этим данным прогнозируется насколько опасная в данный момент ситуация. Примером таких средств выступают разработки компании ITV | AxxonSoft [3].

Компания ITV | AxxonSoft [3] считает развитие видеоаналитики одним из приоритетных направлений своей деятельности. В компании существует отдел разработки систем компьютерного зрения, который сфокусирован на распознавании человеческих движений и построении векторов направления рук. Если вектор направления человека близок к прототипам, то считается, что объект, обладает каким-либо свойством. Пример продемонстрирован на рис. 1.



Рис. 1. Анализ людей на фотографии

3. Анализ Представленных решений. Изначально для решения поставленной задачи необходимо найти человека на изображении, это достаточно простая задача, которая решается средствами почти каждого фреймворка, например рассмотрим OpenCv [4].

Два основных метода которые сейчас очень популярны построены на базе гауссовской смешанной модели, то есть основой является сегментация переднего плана и фона, то есть если мы представим изображение как набор пикселей, а пиксель как скаляр (вектор rgb), который показывает интенсивность или цвет, то гауссовская смешанная модель разделит пиксели на аналогичные сегменты разделяя передний план от фона для дальнейшего анализа характеристик. В фреймворке OpenCV [4] они представлены следующими функциями:

- ◆ Улучшенная адаптивная модель фоновой смеси для отслеживания в реальном времени с обнаружением теней объекта, она доступна через `cv2.BackgroundSubtractorMOG`.

- ◆ Улучшенная адаптивная модель гауссовой смеси для вычитания фона по Zivkovic Эффективная Адаптивная оценка плотности на пиксель изображения для Задачи вычитания фона, также по Zivkovic, доступная через функцию `cv2.BackgroundSubtractorMOG2`.

Данные методы основаны на работах Z.Zivkovic, "Improved adaptive Gaussian mixture model for background subtraction"[5] и "Efficient Adaptive Density Estimation per Image Pixel for the Task of Background Subtraction"[6]. Пример работы данных методов представлен на рис. 2.



Рис. 2. Выделение объектов на изображении [7]

После обнаружения объекта перед средствами анализа видеоизображения стоит задача понимания в какой позе сейчас объект. Для решения данной проблемы стоит обратиться к классу задач Pose Estimation. Изначально методы обнаружения позы представляли собой методы, основанные либо на компонентах, либо на реализованных модульных решениях. Некоторые решения сначала отделяют силуэт человека от изображений с неподвижным фоном, а затем оценивают положение суставов и конечностей, другие решения предлагали методы, которые также были этапным решением, которое включает в себя обнаружение и извлечение 2D-фигур, представляющих людей в видеопоследовательности или последовательности изображений, а затем переходит к генерации 3D-оценки позы на основе 2D-фигур.

Заключение. Данная работа описывает основы разработки нейронных сетей в области анализа сцены, продемонстрированы современные системы видеонаблюдения и их различия с интеллектуальными системами видеонаблюдения. Выявлены основные особенности и этапы в нейронных сетях в области анализа сцены с приведением методов из библиотеки OpenCV. Проиллюстрированы механизмы работы подобных систем при разделении фона и переднего плана.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Компания Ситком // Классификация систем видеонаблюдения и их виды. – URL: <https://www.sit-com.ru/vidy-sistem-videonablyudeniya.html> (дата обращения: 14.02.2021).
2. Компания Axis // Продукты и решения. – URL: <http://www.ip-videosystems.ru/> (дата обращения: 15.02.2021).
3. Компания АххонСофт // АххонСофт. – URL: <https://www.itv.ru/> (дата обращения: 15.02.2021).
4. OpenCV // Open CV Services. – URL: <https://opencv.org/> (дата обращения: 15.02.2021).
5. Zivkovic Z. Improved adaptive Gaussian mixture model for background subtraction // Conference: Pattern Recognition, 2004. ICPR 2004: Proceedings of the 17th International Conference on Vol. 2.
6. Zivkovic Z. Efficient Adaptive Density Estimation per Image Pixel for the Task of Background Subtraction // Conference: Pattern Recognition Letters. – 2006. – P. 773-780.
7. OpenCV // OpenCV Tutorials. – URL: https://opencv-python-tutroals.readthedocs.io/en/latest/py_tutorials/py_video/py_bg_subtraction/py_bg_subtraction.html (дата обращения: 15.02.2021).

М.А. Гуляев

**ОБЗОР МЕТОДОВ ОБНАРУЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
НЕСКОЛЬКИХ КАМЕР**

Руководитель – д.т.н., профессор кафедры вычислительной техники Н.Е. Сергеев

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Введение. Задачи обнаружения и распознавания объектов становятся очень популярными в наше время, но нужно определиться, что мы под этим подразумеваем. Обнаружение – это процесс нахождения объекта на фото или видео, где в качестве результата может выступать метка, которая характеризует наличие объекта, или координаты прямоугольника, в который вписан объект необходимого нам класса. При этом распознавание – это как правило следующий этап, который характеризуется, как описание объекта из числа заранее заданных классов (Типы объектов, которые мы могли бы использовать, например, люди, машины и дорожные знаки могли бы выступать в качестве классов в одной из задач). Благодаря развитию нейронных сетей, а особенно методов машинного и глубокого обучения данные задачи можно эффективно решать, поэтому в данной статье мы в основном будем рассматривать методы на основе нейронных сетей.

Классические методы. Решений в сфере обнаружения и распознавания достаточно много, но что из таких методов с использованием нейронных сетей можно считать классическими? В нашем случае мы будем считать классическими решения – общепринятые решения, которые гарантированно уже будут давать результат и будут проверены некоторым временем. Стоит так же уточнить, что мы будем работать с людьми в качестве объектов

Одной из классических архитектур для распознавания лиц людей, является FaceNet [1]. Данная архитектура прошла проверку временем, она появилась в начале 2016 года и по сей день дает хорошие результаты. Основная идея FaceNet заключается в использовании Triplet Loss и использования подхода к обучению «Сиамские сети». Основная идея подхода «Сиамских сетей», заключается в ответе на вопрос похож ли объект на необходимый, а если похож насколько. Касательно реализации в FaceNet авторы используют embedding-вектора (вектора признаков), которые описывают исходное изображение с лицом и генерируют 128 или 512 мерный вектор признаков, близость же этих векторов можно измерить с помощью расстояния Евклида (L2). Для обучения в качестве функции потерь используется Triplet Loss, построенный на основе L2. На изображении 1 представлен график обучения для FaceNet и основной подход к генерации данных сетей.

Но FaceNet это только сеть для обнаружения, поэтому к ней нужен детектор. Общепринятым детектором для этого решения является MTCNN[2] (Многозадачная каскадная нейронная сеть), получила свое название от того, что обнаруживает и выравнивает лицо совместно (Данный подход улучшает качество обнаружения на не выровненных лицах). Архитектура данной сети представлена на рис. 2.

Схема работы сети состоит из 3 этапов:

Этап 1: Мы используем полностью сверточную сеть, сеть предложений (P-Net), чтобы получить окна кандидатов и их векторы регрессии ограничивающего прямоугольника. Затем мы используем оценочную регрессию ограничивающего прямоугольника векторы для калибровки кандидатов. После этого мы считаем NMS (Non Maximum Suppression) для поиска наибольшего перекрытия кандидатов.

Этап 2: Все кандидаты передаются в другую нейронную сеть, уточняющую сеть (R-Net), которая дополнительно отклоняет большое количество ложных кандидатов, выполняя калибровку с регрессией ограничивающего прямоугольника, и слияние кандидатов с результатом NMS.

Этап 3: Этот этап аналогичен второму этапу, но на этом этапе мы стремимся более детально описать лицо. В частности, сеть выдаст позиции пяти ключевых точек на лице.

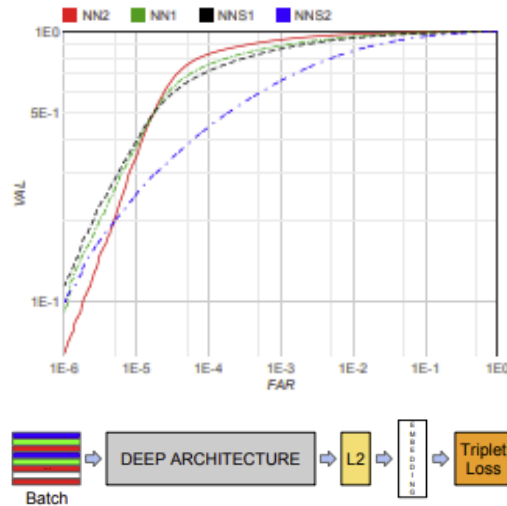


Рис. 1. Графики обучения нейронных сетей на базе подхода FaceNet. Основная концепция сетей FaceNet

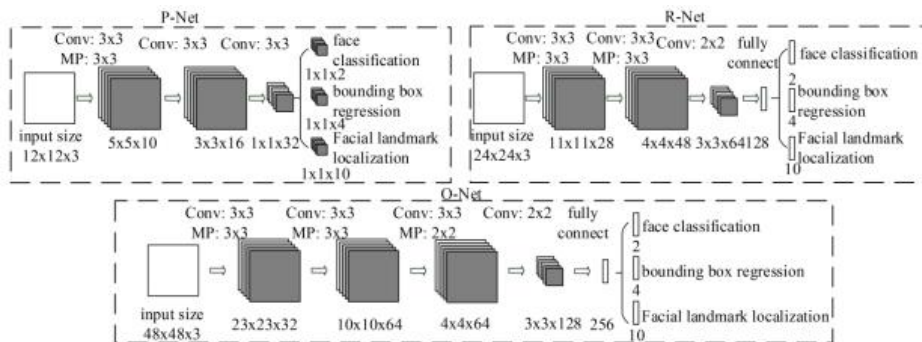


Рис. 2. Схема работы MTCNN

Но данные решения хорошо приспособлены только для решений задач с использованием одной камеры, в задачах с 2 и более камер производительности данных сетей недостаточно, поэтому иногда могут присутствовать задержки обнаружения, как на рис. 3.

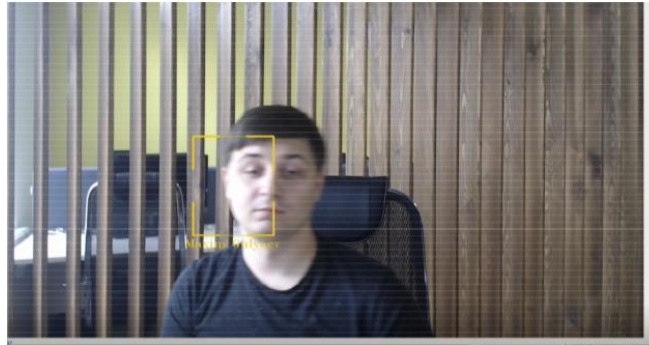


Рис. 3. Запоздывание работы решения на базе FaceNet и MTCNN

Переход к методам на основе двух камер. Одним из классических подходов для двух камер является использование сети на базе архитектуры Mask R-CNN [3]. Но так как задача не тривиально стоит представить наборы данных, на которые как правило ссылаются авторы для оценки своих решений. Наборы данных представлены в табл. 1. Одно из изображений из набора данных представлено на рис. 4.

Таблица 1

Наборы данных

Название	FPS камеры	Количество камер	Перекрытие
EPFL WILDTRACK[4]	60	7	Да
TUD-Brussels[5]	1	1	Не обнаружено
Caltech[6]	30	1	Не обнаружено
PETS[7]	7	7	Да
DukeMTMC[8]	60	8	Нет
EPFL Terrance[9]	25	4	Да
EPFL RLC[10]	60	3	Да



Рис. 4. Изображение из набора PETS

Алгоритм работы решения на основе Mask R-CNN представляет собой последовательные обнаружения на каждой камере. После этого мы проецируем человека на общую поверхность по следующей формуле:

$$s \begin{bmatrix} u \\ v \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f_x & 0 & c_x \\ 0 & f_y & c_y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & t_1 \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & t_2 \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & t_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \\ 1 \end{bmatrix}$$

где (U, V, I) исходное положение объекта, f_x, f_y – фокусные расстояния, c_x и c_y – координаты центра плоскости изображения, матрица R – матрица вращения. И затем с помощью графовых алгоритмов мы считаем пересечение на нашей основной плоскости и выбираем исходную точку для одного объекта.

Заключение. Данная работа описывает основы разработки моделей для обнаружения и распознавания объектов(людей) на основе одной и нескольких камер. В работе приведены базовые решения на основе, которых можно выстроить оптимальное решение по качеству работы, данные алгоритмы можно улучшить, как с точки зрения компьютерного зрения, так и улучшить нейронную сеть внутри решения

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Schroff F., Kalenichenko D., Philbin J.* FaceNet: A unified embedding for face recognition and clustering // 2015 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). – 2015.
2. *Zhang K., Zhang Z., Li Z., Qiao Yu.* Joint Face Detection and Alignment using Multi-task Cascaded Convolutional Networks. – 2016.
3. *Kalming He et al.* Mask r-cnn // In: Proceedings of the IEEE international conference on computer vision. – 2017. – P. 2961-2969.
4. *Tatjana Chavdarova et al.* WILDTRACK: A Multi-camera HD Dataset for Dense Unscripted Pedestrian Detection // In: Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. – 2018. – P. 5030-5039.
5. *Christian Wojek, Stefan Walk, and Bernt Schiele.* Multi-cue onboard pedestrian detection // In: 2009 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. – IEEE, 2009. – P. 794-801.
6. *Piotr Dollár et al.* Pedestrian detection: A benchmark. In: 2009.
7. *James Ferryman and Ali Shahrokhni.* Pets2009: Dataset and challenge // In: 2009 Twelfth IEEE international workshop on performance evaluation of tracking and surveillance. – IEEE, 2009. – P. 1-6.
8. *Ergys Ristani et al.* Performance measures and a data set for multitarget, multi-camera tracking // In: European Conference on Computer Vision. – Springer, 2016. – P. 17-35.
9. EPFL COMPUTER VISION LABORATORY CVLAB. "EPFL" data set: Multi-camera Pedestrian Videos". – <https://cvlab.epfl.ch/data/data-pom-index-php/> (дата обращения: 14.03.2021).
10. EPFL COMPUTER VISION LABORATORY CVLAB. "EPFL-RLC Multi-Camera Dataset". – <https://cvlab.epfl.ch/data/data-rlc/> (дата обращения: 14.03.2021).

А.Е. Щелкунов

ВЫЯВЛЕНИЕ ЛЮДЕЙ С ПОВЫШЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРОЙ В ПОТОКЕ

Руководитель – д.т.н., доцент кафедры вычислительной техники Н.Е. Сергеев

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Введение. Задачи выявления людей с повышенной температурой в движущемся потоке для широкого диапазона изменений внешних условий среды пребывания людей продиктована необходимостью создания эффективных средств объективного контроля температуры в потоке в местах массового скопления людей с

целью предотвращения дальнейшего развития пандемии SARS COV-19 и других ОРЗ. Одним из объективных признаков SARS COV-19 является повышенная температура тела больного. Применение общераспространенных измерительных средств дистанционного контроля температуры (пирометров, тепловизоров) не всегда дает возможность обнаружения людей с аномальной температурой, особенно в динамично меняющихся климатических условиях. Радиационная температура поверхностных покровов кожи человека, определяемая с помощью пирометров и тепловизоров, сильно зависит от климатических условий и точки контроля, равно как и точность измерительных приборов, зачастую предназначенных для работы в нормированных климатических условиях.

Для уменьшения влияния климатических условий на точность выявления людей с повышенной температурой был разработан адаптивный алгоритм, оценивающий статистические характеристики температур людей во времени. Применение нейросетевых алгоритмов детектирования и сегментации лица человека на тепловизионном изображении, позволило повысить оценки точности принятия решения, за счет оценки температуры в наиболее термостабильной области лица человека.

1. Выбор точки контроля. Из [1] следует, что оптимальной точкой контроля температуры на лице человека является кантус (слезный мешок в углу глаза). Для определения местоположения данной точки используется две нейронные сети:

- 1) Детекционная сеть;
- 2) Сегментационная сеть.

Первая сеть необходима для обнаружения лица, человека на тепловизионном изображении, а вторая для анализа термограммы лица и выбора точки контроля.

Для детектирования лица человека на тепловизионном изображении используется нейросетевой алгоритм Yolo_v4 на рис. 1 представлена архитектура сети

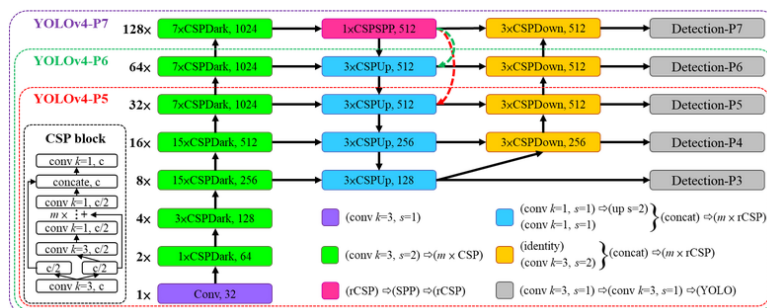


Рис. 1. Архитектура сети Yolo_v4

Для обучения детектора использовалось 34439 тепловизионных изображений, 14462 из которых взяты из датасета FLIR. Из открытого датасета фирмы FLIR предварительно удалены все изображения, содержащие людей. Это необходимо для обеспечения заданной низкой вероятности ложных тревог детектора. На остальных изображениях имеется минимум один человек. Все изображения предварительно обработаны алгоритмом нелинейного локального контрастирования. Алгоритм детектирования обучался на два класса: лицо и затылок. В ходе обучения данные проходят через функцию аугментации данных, в которой случайным образом изменяется яркость входного изображения, вырезается область изображения, а также происходит изменение размеров изображения.

Для сегментации лица человека используется нейросетевой алгоритм BiSeNet. На рис. 2 представлена архитектура данной сети.

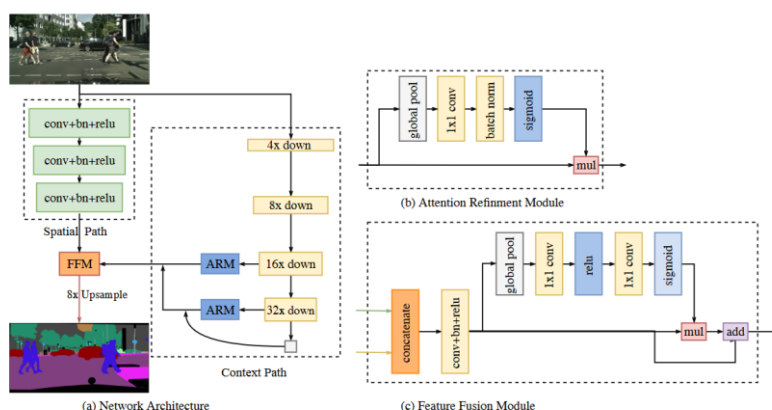


Рис. 2. Архитектура сети BiSeNet

Для предобучения данной сети использовался датасет CelebAMask, который насчитывает 30000 изображений лиц людей в видимом диапазоне частот. К этим изображениям была применена предобработка, позволяющая приблизить телевизионное изображение к тепловизионному. На рис. 3 представлены входное изображение и изображение после предобработки.



Рис. 3. Исходное и предобработанное изображение

Далее сеть обучалась на 12202 изображениях, размеченных в системе разметки CVAT. Данная сеть обучалась выделять элементы лица человека и предметы одежды, относя каждый пиксель изображения к одному из 18 классов:

Самой стабильной областью для контроля температуры человека по ТП изображению является кантус. Из-за того, что в области кантуса проходят крупные сосуды, он, как правило, имеет самую высокую температуру в области глаза. Исходя из этого, для выбора точки контроля в области глаз ищется максимальная яркость на ТП изображении. В случае если на термограмме лица не обнаружены глаза (глаза перекрыты очками, элементами одежды или произошла ошибка сегментационной сети и она не обнаружила глаза) для точки контроля выбирается максимально яркий пиксель, соответствующий классу кожи. В случае если сегментационная сеть не обнаружила ни глаз, ни кожи, измерение не производится, при этом оператор выводится информационное сообщение со звуковым сигналом.

2. Статистический анализ измеренных яркостей. В [2] установлено, что температуры людей распределены по нормальному закону, и 3 СКО температур равно 1.2 °С. Исходя из этого, и в предположении линейной связи СКО температур людей и СКО яркостей термограмм людей, формула пересчета яркости в температуру будет иметь вид

$$T = 36.6 + \frac{(M - b) \cdot \sigma}{0.4}, \quad (1)$$

где M – среднее значение яркости термограмм людей, b – оцененная яркость термограммы человека, σ – СКО яркостей термограмм людей.

Среднее значение яркости термограмм людей сильно зависит от условий внешней среды, которые могут меняться во времени. По этой причине необходимо анализировать изменение M и σ яркости во времени. Для этого анализируются измерения за последние 30 минут и рассчитываются значения M и σ яркостей людей. Для уменьшения флуктуаций оценок M и σ после получения оценки яркости человека средняя яркость и СКО усредняются по формулам:

$$\sigma_t = \frac{\sigma_{t-1} \beta N}{N_{\max}} + \sigma \left(1 - \frac{\beta N}{N_{\max}}\right), \quad (2)$$

$$M_t = \frac{M_{t-1} \beta N}{N_{\max}} + M \left(1 - \frac{\beta N}{N_{\max}}\right), \quad (3)$$

где σ_t – СКО на выходе ФНЧ фильтра, σ_{t-1} – СКО на выходе ФНЧ фильтра в предыдущий момент времени, σ – СКО яркости термограмм за последние 30 минут, N – количество оцененных людей за последние 30 минут, N_{\max} – максимальное количество людей которое может проанализировать система за 30 минут, M_t – средняя яркость на выходе ФНЧ фильтра, M_{t-1} – средняя яркость на выходе ФНЧ фильтра в момент времени $t-1$, M – средняя яркость за последние 30 минут. Применение такого фильтра обусловлено тем, что чем больше плотность потока людей, тем точнее определяется значение МО и СКО яркости и, следовательно, степень доверия данным оценкам увеличивается. При низкой плотности потока человека фильтр становится более инерционным.

3. Классификация людей по признаку контрастности лица. Температура кожных покровов лица человека сильно зависит от внешних условий. Так средняя температура лица в помещении при комнатной температуре составляет примерно 36.6 °С, а при температуре окружающей среды 0 °С, может достигать 34.6 °С. Из за того, что в поле зрения камеры могут попадать люди долгое время находящиеся в различных условиях (часть анализируемых людей продолжительное время находилось на улице, а часть находится в отапливаемом помещении), их необходимо классифицировать и принимать решения по каждому классу отдельно.

Для классификации людей по признаку контрастности предлагается использовать отношение минимальной яркости в области лица к максимальной яркости в области глаз. Для проверки гипотезы о разделимости людей по критерию контрастности лица была собрана выборка термограмм людей, находящихся в помещении при температуре 23 °С на протяжении более 30 минут в количестве 1753, и термограмм людей, находящихся на улице при температуре окружающей среды -6 °С на протяжении более 10 минут. На рис. 4 представлены гистограммы распределения отношения минимальной яркости в области лица к максимальной яркости в области глаз, для разных классов людей.

Из рис. 4,б видно, что оценка вероятности правильной классификации в данных условиях достигает значения 0.97 при пороговом отношении яркостей 0,945. Стоит отметить, что при уменьшении разности температур, в которых находятся люди из различных выборок, оценка вероятности правильной классификации будет уменьшаться, так как разница в контрастах термограмм лиц людей также будет уменьшаться.

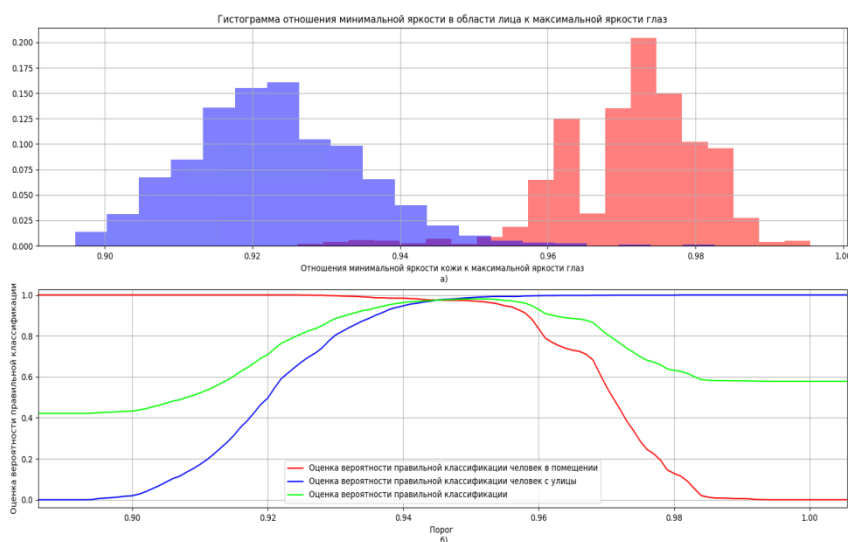


Рис. 4. Классификация людей по признаку контрастности лица: а – гистограммы распределения отношения минимальной яркости в области лица к максимальной в области глаз. Красная гистограмма – люди в помещении, синяя – люди с улицы, б – оценка вероятности правильной классификации в зависимости от порога

Закключение. Данная работа описывает основы разработки алгоритмов видео аналитики в инфракрасном диапазоне, представлены современные методы выделения точки контроля для термометрии основанный на нейросетевых алгоритмах. Разработана методика слежения за температурой людей в потоке и выявления аномально высоких температур. Далее планируется оптимизировать архитектуры нейронных сетей для уменьшения вычислительных затрат и повышения количества измерений температур на одну траекторию человека, что позволит снизить погрешность определения температуры человека.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ISO/TR 13154 Medical electrical equipment – Deployment, implementation and operational guidelines for identifying febrile humans using a screening thermograph. – 2017.
2. Ziad Obermeyer, Jasmeet K Samra, Sendhil Mullainathan. Individual differences in normal body temperature: longitudinal big data analysis of patient records // BMJ. – 2017. – P. 359-370.

В.В. Ковалев

ОПТИМИЗАЦИЯ ГИПЕРПАРАМЕТРОВ МОДЕЛИ СВЕРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ НА ОСНОВЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Руководитель – д.т.н., профессор кафедры вычислительной техники Н.Е. Сергеев

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Введение. Сверточные нейронные сети в настоящее время находят широкое применение в области компьютерного зрения [5], однако, до недавнего времени они не были способны выполнять на вид простые задачи: распознавание образов на изображении или распознавание речи. Увеличение вычислительной мощности

аппаратуры в последнее время, большие объемы доступных обучающих данных, появление новых методов обучения глубоких сетей способствовали развитию области, изучающей сверточные нейронные сети. Однако, решение сложных задач в области компьютерного зрения требуют больших вычислительных и энергетических затрат, что делают задачу проектирования модели сети неоспоримо важной. Однако, достичь компромисса между вычислительными затратами и точностью работы модели на практике бывает довольно сложно. Поэтому в исследовании рассмотрен метод предварительной обработки последовательности изображений, способствующий созданию нового вектора признака целевого класса, который позволяет оптимизировать гиперпараметры модели с меньшей потерей в точности обнаружения образов нежели без предварительной обработки.

Описание модели образа. Согласно геометрической концепции представления сигналов каждое изменение признаков может быть представлено в n -мерном пространстве в виде точки A_i с координатами $(x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{ni})$ или направленного отрезка, соединяющего начало координат $(0, 0, \dots, 0)$ с точкой $A(x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{ni})$ этого пространства.

Выбор пространства и действующей в ней метрики оказывает влияние на модель и постановку задачи. Пространство называют метрическим, если задана числовая функция, которая каждой паре точек пространства ставит в соответствие расстояние между ними [1]. Эту функцию называют метрикой пространства. Предполагается, что метрика пространства должна удовлетворять некоторым естественным условиям. Расстояние между двумя точками должно быть всегда положительным и обладать свойством симметрии. Кроме того, расстоянием между двумя точками не должно превышать сумму их расстояний до любой третьей.

Как правило для геометрического представления образов используют евклидово пространство, что не в последнюю очередь определяется возможностью интерпретации результатов по аналогии чувств человека и подвластным его образному мышлению.

В евклидовом пространстве расстояние между двумя точками этого пространства, вычисляется по формуле

$$d = \sqrt{(x_{1i} + x_{1j})^2 + (x_{2i} + x_{2j})^2 + \dots + (x_{ni} + x_{nj})^2}, \quad (1)$$

где x_i и x_j – различные образы в признаковом пространстве.

Использование других пространств (Лобачевского, Банахова и пр.) является столь же правомерным, однако для перехода к модели явления в неевклидовом пространстве необходимо иметь достаточный высокий уровень априорной информации, оправдывающий необходимость такого метода.

Таким образом, каждый образ A может быть представлен точкой в n -мерном евклидовом пространстве, либо вектором x , соединяющим начало координат с этой точкой. Декартовы координаты конца вектора (точка A) есть действительные числа x_1, x_2, \dots, x_n , являющиеся признаками образа A . Любой совокупности образов $A_i (i = 1..n)$ может быть однозначно поставлена в соответствие совокупность точек A_i в многомерном пространстве признаков, которая описывается матрицей координат X . Под признаком A понимается количественное описание того или иного свойства образа. В любой задаче распознавания число признаков образа A конечно и не меньше двух.

Вся совокупность точек A_i может быть ограничена некоторой одномерной областью пространства. Если производить описание образов нескольких классов, то каждому из классов соответствует некая область в выбранном пространстве признаков.

Если многомерные фигуры, ограничивающие область Ω_m , не пересекаются друг с другом, то задача распознавания сводится к задаче различения, т.к. попадание образа в одну из областей Ω_m , позволяет сделать однозначный вывод о принадлежности исследуемого образа.

Если же зоны Ω_m , пересекаются, то образуются зоны неоднозначности решения задач классификации. Точки A_i многомерной пространства попавшие в эти зоны пересечения могут порождаться различными классами образов с отличными от нуля вероятностями. Наличие этих зон, обуславливающих ошибку классификации образов, можно объяснить неполным описанием образов и использованием конечного набора признаков. При этом часть информации, используемой для классификации исследователем не учитывается, некоторую часть не удастся измерить либо описать формально, а часть информации отбрасывается при обработке.

Описание метода. Процесс предварительной обработки последовательности кадров сводится к преобразованию исходных данных таким образом, чтобы выделить более информативного признака [3, 4] для минимизации областей неопределенной принадлежности, аномальных выбросов в n -мерном пространстве признаков.

Всю совокупность методов предобработки можно разделить на три группы [2]:

- ◆ Уменьшение шума, порождаемого в процессе формирования, измерения и передачи образа.
- ◆ Глобальные преобразования, в процессе которых все входные значения используются для определения каждого входного значения.
- ◆ Локальные преобразования, в процессе которых лишь небольшое число входных значений, характеризующихся временной или пространственной близостью, объединяются для «одновременной» обработки.

В исследовании применение локальных преобразований нашло свое применение. Анализ последовательности кадров позволяет получить локальные признаки движения на основе объединения трех последовательных изображений в один тензор, размерностью w на h на s , где W – ширина изображения, h – высота изображения, s – глубина изображения равная трем. В результате предварительной обработки признак движения выделяется цветовым кластером. Добавление новых независимых признаков способствует алгоритму найти такую разделяющую гиперплоскость в n -мерном пространстве признаков, приводящую к увеличению точности работы алгоритма. Однако, шумы, динамический задний фон усложняют работу алгоритмам, что может приводит к ложным признакам движения.

Оптимизация гиперпараметров на основе предложенного метода. Гиперпараметры СНС – это параметры обучающего алгоритма, которые задаются в начале обучения и не изменяются в процессе. СНС имеют порядочное количество гиперпараметров: количество фильтров, их размер, страйд, тип дополнения, вид активации, глубина сети и т.д. Это ведет к увеличению точности решения, однако есть и недостатки: модели СНС с большим набором гиперпараметров могут оказаться избыточными. Эта проблема ведет за собой затраты на вычислительные ресурсы; нет канона по созданию модели сети; разработка модели сети и оптимизация гиперпараметров это исключительно эвристический подход, который не гарантирует оптимального решения; большое количество настраиваемых параметров замедляет обучение и ведет к рискам попадания в локальный минимум в процессе обучения.

Рассмотрим пример минимизации СНС на основе предложенного выше метода. Возьмем за основу модель СНС с четырьмя скрытыми слоями. Каждый слой содержит 2^p фильтров, начиная с $p = 4$, где каждый последующий слой увеличивается $p + 1$ фильтров, размер ядра фильтра составляет 3 элемента и страйд 2. Для эксперимента получим четыре модели с оптимизированными гиперпараметрами, которые получаются уменьшением количества фильтров для всех слоев модели на $p - 1$ до тех пор пока количество фильтров первого слоя не достигнет 2^1 . Эксперимент заключается в сравнении точности оптимизированных моделей по критерию mean average precision (mAP) [6] для вариантов с предварительной обработкой и без. Различие для моделей с предварительной обработкой и без заключается в размере входного изображения, который для модели без предобработки составляет 640 на 480 элементов яркости с глубиной 1, в свою очередь размер входного изображения для модели с предварительной обработкой составляет 640 на 480 элементов яркости с глубиной 3.

Модели прошли обучение и тестирование на выборке изображений. Каждое изображение представляло последовательность кадров со статическим задним фоном с присутствующими на нем динамическими образами, что создает значительные трудности для алгоритмов, использующих информацию о динамике образа. Целевой образ, который описывается двумерной функцией Гаусса:

$$f(x, y) = \alpha \cdot e^{-\frac{(x-m_x)^2}{2\sigma_x^2} - \frac{(y-m_y)^2}{2\sigma_y^2}}, \quad (2)$$

где m_x, m_y – математические ожидания (МО), σ_x, σ_y – среднеквадратические отклонения (СКО), α – нормировочный коэффициент амплитуды. Все значения функции являются случайными и распределены по равномерному закону. Время присутствия образа в видео последовательности не превышает трех последующих кадров. Смещение образа между кадрами не более 10 элементов. Изменение параметров функции, описывающей образ, между кадрами составляет не более 10 % от предыдущего состояния.

На рис. 1 отображена зависимость mAP от оценки времени решения моделей с разными количествами фильтров в скрытых слоя для предварительной обработки и без.

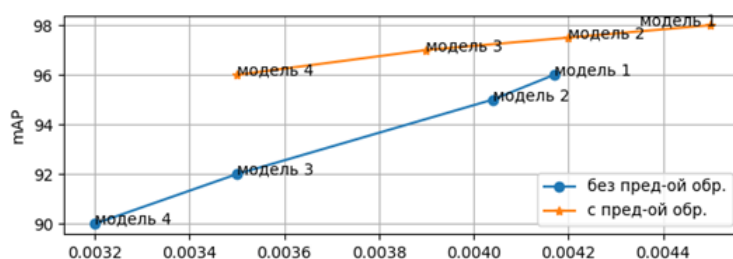


Рис. 1. Зависимость оценки mAP от оценки времени решения модели СНС с разным значением гиперпараметров (количество фильтров)

Вычисления производились с использованием мощности видеокарты NVIDIA. Из зависимости видно, что временная предварительная обработка последовательности изображений позволяет оптимизировать модель СНС, что обеспечивает большую точность по критерию mAP нежели без нее при равных временных затратах.

Заключение. В работе рассмотрена оптимизация гиперпараметров сверточной нейронной сети, а именно количество фильтров в скрытых слоях модели. Это достигается путем предварительной обработки последовательности изображений, которая выделяет новые признаки подвижных целевых классов, что позволяет алгоритму найти такую разделяющую гиперплоскость, способную разделить признаки целевых классов в n -мерном пространстве признаков.

В исследовании проведен эксперимент по оптимизации гиперпараметров модели с предварительной обработкой и без. Для этого были обучены оптимизированные модели сверточных нейронных сетей и произведены оценки mean average precision и времени необходимого на решение модели для варианта с предварительной обработкой изображений и без. По результатам эксперимента предварительная обработка последовательности изображений позволяет достичь большей точности по критерию mean average precision с меньшими временными затратами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Васильев В.И.* Распознающие системы: Справочник. – 2-е изд., перераб. и доп. – Киев: Наукова думка, 1983. – 423 с.
2. *Верхаген К., Дейн Р., Грун Ф. и др.* Распознавание образов. Состояние и перспективы. – М.: Радио и связь, 1985. – 104 с.
3. *Загоруйко Н.Г.* Методы распознавания и их применение. – М.: Сов. радио, 1972.
4. *Aurélien Géron.* Hands-on machine learning with scikit-learn and tensorflow: concepts, tools, and techniques to build intelligent systems. – 2017. – 572 p.
5. *Lecun Y., Bengio Y.* Convolutional Neural Networks for Images, Speech, and Time-Series // The Handbook of Brain Theory and Neural Networks. – Boston: MIT Press, 1995.
6. *Redmon J., Farhadi A.* YOLO9000: Better, Faster, Stronger // arXiv preprint arXiv:1612.08242. – 2016.

М.Ю. Трухачев

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ОФОРМЛЕНИЯ ВЕКТОРНЫХ КАРТ НА ОСНОВЕ ФИЛЬТРАЦИИ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ

Руководитель – к.т.н., доцент, заведующий кафедрой вычислительной техники
А.Н. Самойлов

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Современные географические информационные системы (ГИС) обеспечивают хранение и обработку как цифровых карт, так и электронных карт [1]. Существенным отличием электронной карты от цифровой является наличие графических условных знаков, регламентированных ведомственными стандартами.

Для пространственной обработки векторных карт целесообразно использование обменных форматов ГИС-данных, что обеспечивает универсальность программных решений, их независимость от внутренней семантической (логической) организации хранения информации и физического представления структур данных, принятых в конкретных реализациях ГИС. В настоящем исследовании на основе анализа обобщенной модели представления графики в соответствии с выработанной методикой сохранения оформления картографического материала принято построение алгоритмов пакетной обработки файлов обменных форматов (ОФ). Актуальность проблемы обусловлена существованием принципиальных недостатков имеющихся платформ, представленных как изолированными приложениями [4], так и интернет-порталами [5], что вызывает заинтересованность исследователя в изучении пакетной и полуавтоматической обработки файлов ОФ.

В настоящее время возможны следующие варианты передачи графического оформления электронных карт при обмене геоинформационными данными, представленными в виде файлов ОФ:

1) С помощью стилевых файлов. Техническая проблема несовместимости различных ГИС-пакетов в части логической и физической организации хранения стилевых особенностей решается конвертацией данных на уровне файлов при участии оператора, сводящемся к настройке параметров соответствия различных моделей представления.

2) В качестве источника дополнительных данных передаётся растровый файл-оттиск. Далее пользователь целевого ГИС-пакета вручную наполняет библиотеку описаний стилей символов и, также вручную, назначает стили пространственным объектам векторной электронной карты.

Вариант 1) предпочтителен, но не получил широкого распространения, так как в силу разных причин стилевые файлы не передаются совместно с пространственными и атрибутивными данными. Применение варианта 2) предполагает значительные трудозатраты квалифицированного персонала на стороне, принявшей ГИС-данные.

Публикация [3] доказывает возможность автоматического извлечения дополнительных векторных данных из PDF-оттиска, несущего только пространственную информацию. Следует отметить наличие принципиального условия применимости представленного метода, упомянутое в публикации.

В данной статье предлагается практический подход к задаче обмена геоинформационными данными с сохранением оформления (рис. 1), основанный на факте пространственной неизменности элементов описания стиля, используемых в существующих стандартах на условные знаки цифровых карт.



Рис. 1. Обмен геоинформационными данными с сохранением оформления

Дальнейшее излагается в предположении, что в PDF-оттиске присутствуют искомые графические знаки (графемы), и что он совмещён в пространстве с векторной картой, хранящейся в файлах ОФ, путём выполнения преобразования подобия над координатами данных оттиска.

Пространственное описание каждой из $i = 1..m$ графем подвергается однократно, при её графическом вводе, следующим преобразованиям:

1) минимизация полилиний [2]: устранение лишних и кратных вершин; здесь и далее под полилинией, если не оговорено иначе, понимается линейный объект или граница полигонального объекта;

2) разбиение графемы на «дуги»;

3) нахождение n_i – количества вершин графемы;

4) построение наименьшего выпуклого многоугольника (НВМ);

5) нахождение длины a_i наименьшего сегмента в графеме, и длины b_i наибольшего габарита НВМ.

Далее, пространственные данные множества полилиний $S=\{p_1, p_2, \dots p_n\}$ из дополнительного канала должны быть проанализированы следующим образом:

- 1) то же, что для графем (минимизация полилиний);
- 2) выборка S_1 из множества S по критерию:

$$N \leq n_i, \quad (1)$$

где N – число вершин текущей полилинии p_j .

- 3) выборка S_2 из S_1 по критерию:

$$A \geq a_i \cap B \leq b_i, \quad (2)$$

где A – минимальное значение среди длин сегментов полилинии p_j , B – максимальное; предполагается отсутствие вариации масштаба графемы, иначе следует применять масштабные множители;

4) среди оставшихся графических данных – локализация поэлементно множества односвязных «островков», которое путём сравнения их НВМ с НВМ i -ой графемы и дальнейшего отсева шумов при помощи анализа топологических метрик графем разделяется на следующие подмножества, некоторые, возможно, пустые:

- а) $I_1, I_2, \dots I_m$ – вхождения каждой из m графем, т.е. результат поиска;
- б) I_{m+1} – «островки» с нестандартным НВМ, в них возможно наличие «слипшихся» графем;
- в) I_{m+2} – отсев, содержит шумовые данные с «правильными» НВМ.

К преимуществам предложенного метода следует отнести:

- ◆ анализ только пространственной смысловой компоненты информации;
- ◆ нечувствительность к вращениям графем и к разнообразию топологии полигональных объектов: направлению обхода, положению начальной точки на «кольце»;
- ◆ форма графем анализируется только на последней стадии, при выделении подмножества I_{m+2} ; таким образом, по мере сужения области поиска предлагаемый метод переходит от более быстрых алгоритмов (массовая обработка) к более медленным (единичные случаи), что может дать существенный выигрыш в скорости.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бирюков В.С., Потапов С.Л. О содержании и взаимосвязи цифровых и электронных карт // Системы и средства информатики. – 2008. – Спецвыпуск. – Т. 18, № 3. – С. 170-174.
2. Никулин Е.А. Компьютерная графика. Модели и алгоритмы: учеб. пособие. – СПб.: «Лань», 2018. – 708 с.
3. Трухачев М.Ю. Возможный подход к задаче автоматического совмещения векторных картографических материалов // Инженерный вестник Дона. – 2020. – № 9 (69). – С. 133-141.
4. Feature Manipulation Engine // Safe Software. – URL: <https://www.safe.com> (дата обращения: 19.02.2021).
5. MyGeodata Cloud // GeoCzech, Inc. – URL: <https://mygeodata.cloud> (дата обращения: 19.02.2021).

Секция 5. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ИНЖЕНЕРНЫХ НАУКАХ

В.С. Васильев

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЕТРОВОГО ВОЛНЕНИЯ В ГАВАНИ

Руководитель – к.ф.-м.н., доцент кафедры высшей математики В.В. Семенистый

Южный федеральный университет, г. Таганрог

На котидальной карте (co-tidal map) отображаются линии изоамплитуд и изофаз колебаний уровня морской поверхности. Необходимость получения полей амплитуд и фаз колебаний возникает при проектировании портовых сооружений. Правильным будет такое расположение проектируемого причала, когда он окажется в области нулевой изоамплитуды. В этом случае стоящее под погрузкой судно не будет совершать вертикальных движений. Напротив, максимальные проблемы сосредоточены на линиях максимальных изоамплитуд и в особых точках (полюсах) поля фаз. В полюсах поля фаз сходятся линии изофаз, соответствующие различным фазам, то есть это водовороты.

С другой стороны, строительство портовых сооружений само способно изменить волновую картину в акватории порта. При неправильном проектировании при определённых режимах ветровых воздействий возможно возникновение явления, именуемого *harbour-resonance* (резонанс в гавани). Поскольку строительство портовых сооружений – достаточно капиталоемкие инвестиции, требуется тщательная экспертиза при их проектировании.

Работа посвящена исследованию модели малых колебаний свободной морской поверхности. Несмотря на приближение малых колебаний, модель является нелинейной. Модель состоит из двух пространственно-временных уравнений в частных производных.

Исходная система уравнений мелкой воды [2], включающая компоненты вектора скорости среды, толщину, вовлекаемого в волнение слоя, ускорение Кориолиса, вектор ветрового воздействия, разрешима с помощью метода поправки к давлению.

Предположим, что во внешнем воздействии можно выделить гармонические пульсации [1, 3]. Эти пульсации передаются вектору скорости среды, возвышению уровня и полной глубине. Метод комплексных амплитуд позволяет путём удержания слагаемых только первого порядка свести акустическое приближение метода поправки к давлению к паре уравнений для функций пространственного распределения амплитуд и фаз.

Могут быть рассмотрены задачи для "чистого" ветрового волнения и "чистых" приливных явлений. В смешанной задаче необходимо различать угловые частоты и фазы как ветровых пульсаций, так и гравитационных возмущений (приливные волны M_1 , M_2 и S_1 , S_2 , где индексы '1' и '2' относятся к волнам для светил *Moon* и *Sun* в зените и апогее соответственно).

Для итерационной схемы могут быть получены оценки решения и условия сходимости процесса установления. Сначала в предположении, что итерационный процесс установления сходится, получаются оценки для установившегося решения, которые затем используются для получения ограничений на итерационный параметр, обеспечивающий сходимость процесса установления.

Итак, если процесс установления сходится, то решение удовлетворяет определённым энергетическим соотношениям. Благодаря наличию знакоопределённого слагаемого (диагонального преобладания) сходимость на самом внутреннем уровне проблем не вызывает.

Для получения амплитудно-частотной и фазо-частотной карт необходимо, чтобы шаг (итерационный параметр) охватывал несколько периодов. Для последующих временных слоёв значение итерационного параметра может быть увеличено, что означает ускорение сходимости. Это полностью подтверждается практикой численного моделирования. На начальных итерациях процесса установления невязка может возрастать, затем наблюдается монотонное убывание, причём от временного слоя к слою убывание ускоряется.

Таким образом, предложена модель ветровых волнений и приливных явлений. Модель состоит из двух нелинейных уравнений в частных производных для поля амплитуд и поля фаз гармонических пульсаций ветрового или гравитационного возмущений. Модель отличается от существующих моделей введением переменной, не имеющей неопределённости в точках нулевой амплитуды. На примере случая однородного воздействия с линейным запаздыванием фазы получены оценки для нормы решения. Данные оценки используются для доказательства сходимости процессов установления решений и для получения ограничений на итерационные параметры. Результаты, с одной стороны, полностью подтверждаются практикой численного моделирования, а с другой стороны, объясняют наблюдающиеся при моделировании эффекты.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Богданов К.Т.* Приливные явления в Тихом океане. – М.: Наука, 1994. – 144 с.
2. *Васильев В.С., Сухинов А.И.* Прецизионные двумерные модели мелких водоемов // Математическое моделирование. – 2003. – Т. 15, № 10. – С. 17-34.
3. *Филатов Н.Н.* Гидродинамика озёр. – СПб.: Наука, 1991. – 200 с.

И.С. Пономарева, М.Ч. Абдулхамидов

ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ ПЛАТЕЖНЫХ СЕРВИСОВ

Руководитель – к.т.н., доцент кафедры высшей математики И.А. Ляпунова

Южный федеральный университет, г. Таганрог

В современном мире всё большее значение принимают электронные формы оплаты товарооборота и электронный документооборот. При этом существующие услуги и сфера обслуживания не отмирает, а принимает новые более востребованные формы. Так розничные банковские платёжные услуги развиваются во многом благодаря продвижению на рынок специализированных продуктов - инноваций, таких, например, как «платёжные сервисы». Благодаря такому платёжному сервису банк приобретает возможность посредством инфраструктуры провайдера предоставить своим клиентам услугу, например, денежного перевода, с набором оп-

ределенных потребительских свойств, удобных и выгодных клиентам [1]. Таким образом, чтобы спрогнозировать прибыль банка необходимо учитывать вовлеченность банковской системы в процесс распространения инноваций.

Исследование современных подходов к моделированию процесса распространения инноваций, а также анализ особенностей данного процесса определяют необходимость при построении модели учитывать следующие факторы [1, 2]:

- 1) распространение отдельного вида платежных инструментов – как единый процесс;
- 2) существенная разница в динамике распространения платежных инноваций среди различных поведенческих групп;
- 3) влияние внешних факторов;
- 4) конкуренция платежных сервисов;
- 5) принятие инновации оценивать интенсивностью использования инновации;
- 6) возможность использования агентом нескольких конкурирующих платежных сервисов.

Рассмотрим процесс распространения отдельной категории платежных сервисов. Для учета неоднородности агентов различных поведенческих групп процесс распространения одного вида платежных сервисов разбивается на несколько отдельных процессов – по одному для каждой поведенческой группы; принимается методика, предложенная в работе *Vemtaor, Lee*, в соответствии с которой диффузия в разных сегментах населения происходит независимо, следовательно, для каждого сегмента населения необходимы разные « p » и « q ».

Несомненно, необходимо учитывать влияние внешних факторов рекламы, маркетинговых мероприятий и социальных сетей. В данном случае внешними факторами являются маркетинговые и рекламные кампании провайдеров платежных сервисов.

Процесс распространения платежной инновации в упрощенном виде можно представить в следующем виде:

$$dF/dt = [p + q * ((F(t) - N0)/(N - N0))] * [(N - N0) - F(t)] * R(t)$$

где N – объем рынка; $N0$ – объем занятого рынка на начало эксперимента; $R(t)$ – влияние внешних факторов (маркетинг).

Для учета конкуренции платежных сервисов примем подход, предложенный *Lasiana*. Система уравнений в таком подходе основана на модели *Басса* [3] – это система дифференциальных уравнений, учитывающих взаимодействие двух брендов:

$$dN1(t)/dt = (p1 + q1 * (N1(t)/m) + q12 * (N2(t)/m) * (m - N)$$

$$dN2(t)/dt = (p2 + q2 * (N2(t)/m) + q21 * (N1(t)/m) * (m - N),$$

где $N1$ и $N2$ – число принявших бренды 1 и 2 соответственно, m – общий потенциал рынка, $N(t) = N1(t) + N2(t)$ – общее число последователей в момент t , $p1$ и $p2$ – параметры внешнего влияния для брендов 1 и 2 соответственно, $q1$ и $q2$ – внутрибрендовые параметры влияния для брендов 1 и 2, $q12$ – влияние бренда 2 на бренд 1, $q21$ – влияние бренда 1 на бренд 2. На рис. 1 представлена часть модели взаимодействия трёх брендов.

Итак, механизм распространения инноваций должен включать N функций распространения [4, 5], зависящих как от вида инструментов, так и количества поведенческих групп, их использующих:

$$N = i * g,$$

где i – количество категорий инструментов; g – количество поведенческих групп.

Существуют и многие другие факторы, влияющие на распространение того или иного вида инновации, но эти факторы специфичны для различных категорий инноваций. Очевидно, в современном мире наиболее успешно показывают себя на рынке именно банки, использующие максимально большее количество it-разработок. Эта тенденция видна и на примере российских банков – вместе с клиентами молодеет и «осовременивается» и техническая сторона продвижения банковских продуктов.

Важным с технической стороны является верификация программного обеспечения (ПО) – наиболее важный и в то же время трудоемкий этап разработки систем с высокой ценой ошибки. Любое несоответствие таких систем выдвинутым к ним требованиям может привести к большим финансовым потерям [6], ущербу окружающей среде. Поэтому распространение инноваций всегда связано с рисками.

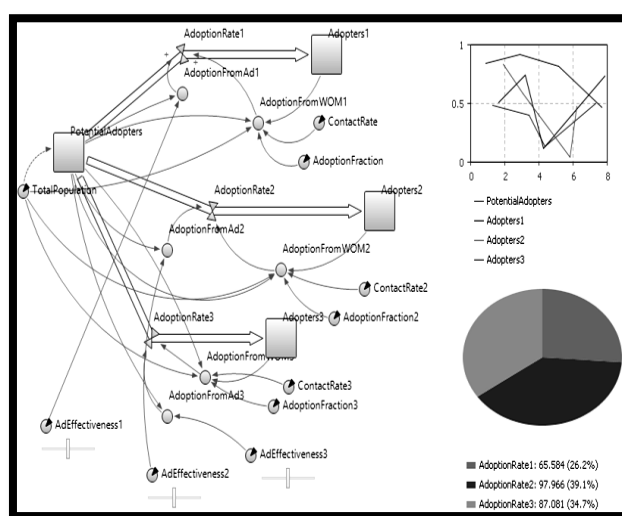


Рис. 1. Фрагмент модели с тремя конкурирующими инновациями

Заключение. С учетом принятых решений процесс распространения платежных инноваций моделируется совокупностью отдельных процессов, каждый из которых моделирует распространение отдельной категории платежных инструментов для определенной поведенческой группы; результаты каждого процесса разделяются между конкурирующими платежными сервисами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Rogers, EM 1962, Diffusion of Innovations, Glencoe: Free Press.
2. Van den Bulte C., Joshi Y.V. New product diffusion with influentials and imitators // Marketing Sci. – 2007. – Vol. 26 (3). – P. 400-421.
3. Погосян А.М. Современные подходы к моделированию процесса распространения инноваций в сфере платежных технологий // Инновации и инвестиции. – 2016. – № 8. – С. 164-169. – <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30547863>.
4. Материалы журнала «Новая экономическая ассоциация». – <http://www.econorus.org/>.
5. Тамаров П.А. Платёжные системы в ракурсе российского законодательства и международной практики: монография. – "КНОРУС", 2015. – <http://ivo.garant.ru/#/document/57573718>.
6. Богданов Д.С., Ляпунова И.А., Тетруашвили Е.В. Задача разработки SAT-решателя для поиска верификационных наборов в тестирования программного обеспечения // Инженерный вестник Дона. – 2017. – № 4 (47). – С. 77. – <https://elibrary.ru/item.asp?id=32731155>.

С.П. Сурина, Е.В. Тетрашвили

**АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ
ЧЕЛОВЕКА**

Руководитель – к.т.н., доцент кафедры высшей математики И.А. Ляпунова

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Объектом рассмотрения настоящей работы являются эмоции человека – точнее – попытка их математического описания. Эмоции возникают в результате прямого воздействия раздражителей на головной мозг. Эмоциональное управление является основной формой психического реагирования. Одной из задач исследования является анализ современных моделей и подходов к оценке психоэмоционального состояния человека.

Представление эмоций в виде проекций на три оси. Х. Левхайм [10] предложил представление эмоций в виде проекций на три оси, которые в данном случае являются моноаминами: серотонином, дофамином и норадреналином. Используя оси как векторный базис, он представил группы эмоций из теории Томкинса [11] как проекции на координатные оси, выразив тем самым эмоции как степени концентрации трех моноаминов. Например, страх – это максимальная концентрация дофамина при минимальной концентрации серотонина и норадреналина. Модель действий эмоций тесно связана с системой поощрения человека [12]. Например, мы испытываем эмоцию, когда нас за что-то хвалят или же мы мотивированы что-то сделать. Встречается также термин «нематериальная мотивация» – поощрение при помощи похвалы, признательности, подчеркивания значимости. Описанную выше модель можно применить для более детального исследования человеческих эмоций.

Модель «Колесо эмоций». Р. Плутчик [13] создал модель трех измерений, названную им «колесом эмоций». В ней он описал 8 базовых эмоций, сгруппированных в пары: радость – грусть; ярость – страх; приятие – отвращение; удивление – разочарование. Кроме того, Р. Плутчик описал процесс влияния эмоций в виде следующей последовательности событий:

- 1) стимулирующее событие;
- 2) ожидание реакции;
- 3) ощущение;
- 4) физиологическое возбуждение;
- 5) импульс к действию;
- 6) совершение действия;
- 7) влияние действия.

Эту модель многие исследователи использовали, чтобы описать восприятие эмоций.

Однако описанные выше модели можно отнести к имитационным. Математическое описание моделей с помощью классических дифференциальных уравнений в исследованиях встречается крайне редко и наименее применимо на практике.

Наиболее подходящим аппаратом для описания модели эмоций будет аппарат иммунных систем [5–8], при этом математическая модель строится на основе соотношения баланса для каждого из параметров, участвующих в возникновении и протекании эмоции. Именно ввиду такой концепции частные особенности эмоций не существенны для анализа динамики развития эмоции и на передний план выступают основные закономерности протекания эмоции. Ограничимся рассмотрением трех компонент: объекта вызывающего эмоции (стимула), знаний об объекте вызывающего эмоции (описание того, как нужно противодействовать стимулу) и способностей к обучению (позволяющих получать знания о стимуле).

Формальные модели эмоций. ЕМА. Для описания эмоций используется несколько переменных: полезность, желательность (D), вероятность события (p) и т.п. С помощью этих переменных несколько эмоций определяются следующим образом:

- ◆ Радость: $D > 0, p = 1$.
- ◆ Надежда: $D > 0, p < 1$.
- ◆ Страх: $D < 0, p < 1$.
- ◆ Дистресс (горе): $D < 0, p = 1$.

В модели Фоминых-Леонтьева эмоция определяется как числовая функция (имеющая смысл силы эмоции) от некоторого набора параметров, описывающих ситуацию. Для каждого вида эмоций описан свой набор параметров. Для каждого агента (человека, животного, робота) и для каждой эмоции возможна своя функция F , определяющая силу эмоции в зависимости от величины аргументов. $E = F(\dots)$.

Основным параметром для утилитарных эмоций является количество потерянного (потерянного) ресурса R или уровень достижений. Если ситуация описывается только этим параметром, то при $R > 0$ возникает эмоция радости, при $R < 0$ – эмоция горя.

Для радости и горя $E = F(R)$.

При этом подразумевается, что ситуация уже завершилась и величина R точно известна. Эмоции, возникающие после завершения ситуации, называются констатирующими. Если ситуация ещё не завершилась, то в модели ситуации агента может быть сформирована оценка или прогноз величины R , которая обозначается PR . Параметр PR формирует предшествующие эмоции: $PR > 0$ – надежда, $PR < 0$ – страх.

Для надежды и страха $E = F(p, PR)$.

В частности, если рассмотреть параметр R как функцию от времени (банковский счет, например) $R(t)$, то прогноз можно делать с помощью производной $dR(t) / dt$:

$R(t) > 0$ – радость, $R(t) < 0$ – горе, $dR(t) / dt > 0$ – надежда, $dR(t) / dt < 0$ – страх.

Модель протекания эмоции радости. Основными действующими факторами эмоции являются следующие величины:

- 1) количество предъявленных объектов, вызывающих эмоцию $V(t)$ (количество событий, вызывающих эмоцию радости у данного человека);
- 2) наступление эмоции $m(t)$ – относительная характеристика человека, испытывающего эмоцию. Например, один человек при получении долгожданного письма может прыгать от радости, другой – прослезиться, третий – лишь улыбнуться.

Модель эмоции радости представим в виде системы дифференциальных уравнений.

Пусть C_0 – постоянный уровень знаний в здоровом организме; τ – время, в течение которого осуществляется формирование знаний о стимуле.

$$dV / dt = (\beta - \gamma F)V, \quad (1)$$

$$dC / dt = \alpha F(t - \tau)V(t - \tau) - \mu_c(C - C_0), \quad (2)$$

$$dF / dt = \rho C - (\mu_f + \gamma \eta V)F, \quad (3)$$

где α, β, γ – коэффициенты с вероятностной характеристикой; μ_c – коэффициент, равный обратной величине их времени жизни знаний, μ_f – коэффициент, обратно пропорциональный времени исчезновения знаний, ρ – скорость производства знаний о стимуле.

$$\begin{cases} \frac{dV}{dt} = \alpha V, \\ \frac{dm}{dt} = \beta V - \gamma m. \end{cases} \quad (4)$$

Здесь $V_0 \geq 0$, $m_0 \geq 0$; m – вероятностная характеристика поражения человека эмоцией – насколько сильно он рад. Количество объектов, вызывающих эмоцию V , растёт согласно экспоненциальной зависимости при отсутствии ограничивающих факторов.

Для определения начальных значений может быть использован подход, предложенный в работах Заболеевой-Зотовой А.В., Розалиева В.Л. и др. [2, 8, 9].

Рассмотренная модель протекания эмоции радости имеет теоретическую и практическую направленности – прогнозирование того, насколько долго будет находиться человек в том или ином эмоциональном состоянии, может быть применено во многих областях жизнедеятельности человека, в частности в маркетинговых исследованиях, в рамках построения человеко-компьютерных интерфейсов, в робототехнике.

Данной тематике в области математического моделирования посвящены не так много исследований как непосредственно распознаванию эмоций. Поэтому разработка математических моделей психоэмоционального состояния будет актуальной ещё долгое время.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Анохин П.К.* Узловые вопросы теории функциональной системы. – М.: Наука, 1980.
2. *Заболеева-Зотова А.В.* Естественный язык в автоматизированных системах. Семантический анализ текстов: монография. – Волгоград: ВолгГТУ, 2002.
3. *Заболеева-Зотова А.В.* The Emotional Oriented Interface Software Researching // Interactive Systems: The Problems of Human-Computer Interaction. Proceedeng of the Interactionol Conference (September 23-27 2001). – Ulianovsk, 2001.
4. *Ильин Е.П.* Эмоции и чувства. – 2-е изд. – СПб.: Питер, 2008.
5. Искусственные иммунные системы и их применение / под ред. Д. Дасгупты: пер. с англ. – М.: Физматлит, 2006.
6. *Марчук Г.И.* Математические модели в иммунологии // Вычислительные методы и эксперименты. Вып. 3. – М.: Наука, 1991.
7. *Михайлов В.О.* Алгоритм измерения эмоционального состояния абонента мобильного телефона // Международный журнал экспериментального образования. – 2013. – № 10-2. – С. 376-379. – URL: <http://www.expeducation.ru/ru/article/view?id=4252> (дата обращения: 08.10.2019).
8. *Розалиев В.Л.* Предпосылки, возможности, перспективы создания автоматизированной системы распознавания эмоциональности речи // Известия Волгоградского государственного технического университета: межвузовский. – 2008. – № 2 (40). – С. 58-61.
9. *Розалиев В.Л.* Построение модели эмоций по речи человека // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2007. – № 9 (35). – С. 62-65.
10. *Розалиев В.Л., Заболеева-Зотова А.В.* Моделирование эмоционального состояния человека на основе гибридных методов // Программные продукты и системы. – 2010. – № 2. – С. 141-146.
11. *Таланов М.О., Тоцев А.С.* Вычислительная модель эмоций в интеллектуальных информационных системах // Электронные библиотеки. – 2015. – Т. 18, № 5.
12. *Hugo Lovheim.* A new three-dimensional model for emotions and monoamine neurotransmitters // Med Hypotheses. – 2012. – Vol. 78, No. 2. – P. 341-348.
13. *Plutchik R.* The nature of emotions // American Scientist. – 2001. – Vol. 89, No. 4. – P. 344-350.
14. *Silvan S. Tomkins.* Affect imagery consciousness. Vol. I. The positive affects. – New York: Springer Publishing Company, 1962.

А.А. Позднякова

АНАЛИЗ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

Руководитель – к.т.н. доцент кафедры высшей математики И.А. Ляпунова

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Основная задача, поставленная в рамках данной работы – анализ существующих направлений и методов прогнозирования временных рядов.

По мере расширения экосистемы больших данных, информации, упорядоченной по времени, становится все больше. Датчики и механизмы слежения есть везде, и в результате имеется беспрецедентное количество высококачественных данных временных рядов.

Основные термины. Временной ряд (Time-Series, Temporal Data), в общем случае, представляет собой последовательность упорядоченных данных различного характера. Упорядоченность по времени является частным случаем. Особенность зависимости от времени заключается в том, что становится возможным решать вопросы причинности, тенденций и вероятности будущих результатов. В случае упорядочивания по частотности, на первое место выходит понятие цикличности.

Математические модели поведения исследуемых временных рядов объединены в понятие интеллектуального анализа временных рядов (Temporal Data Mining, Time-Series Data Mining). Анализ временных рядов – это попытка извлечь содержательную сводную и статистическую информацию из точек, расположенных в хронологическом порядке. Это делается для диагностики прошлого поведения, а также для прогнозирования будущего поведения.

Аномальное событие – нештатная ситуация (выброс, Anomaly Detection). Выявление аномалий является важной задачей интеллектуального анализа данных.

Значимость анализа данных в настоящее время обусловлена прежде всего ростом возможностей вычислительной техники. С одной стороны, автоматизация позволяет решать сложные ранее не решенные задачи, собирать и хранить огромные объемы данных. С другой стороны растет необходимость в бесперебойной работе оборудования. От которого зачастую напрямую зависит уровень нашего благополучия, а иногда и безопасность. Максимально достоверный прогноз во временных рядах – необходимое требование безотказной работы автоматизированных систем.

Сбой в показаниях оборудования можно определить указав возможные минимальный и максимальный пределы показателей. При этом сигнал может быть «нормальным», но не попасть в заданный промежуток, либо являться аномальным, но попасть в допустимые пределы. И если первая проблема приведет к излишним затратам времени и ресурсов (машинных и человеческих в том числе), то вторая приведет к снижению производительности и возможно даже аварии.

Актуальность тематики отражает задачи, связанные с деятельностью и инфраструктурой железной дороги, где любой сбой оборудования влияет на работоспособность целого узла пути. Здесь важно своевременное принятие мер; при этом оценить возможность сбоя устройства бывает достаточно сложно. И попытки прогнозирования более и менее удачные предпринимались не раз. На данном этапе работы своей задачей вижу анализ существующих методов анализа подобных данных, примененных в других сферах.

Вариантов классификаций методов анализа рядов существует множество. По типу временного ряда, по типу аномалии (выбросы и новинки) и т.д. Два основных метода исследования временных рядов – статистический и машинное обучение. Наиболее перспективные современные модели прогнозирования временных рядов сочетают в себе оба этих метода.

Регрессионные методы. Один из наиболее широко используемых и простых в реализации методов. Но он обладает существенным недостатком – модели, имеющие слишком малую сложность, могут оказаться неточными, а модели, имеющие избыточную сложность, могут оказаться переобученными. Требуется дополнительная обработка данных в случае значительных выбросов.

Стохастический подход. Используется для получения характеристик данных в терминах случайных величин. Сезонность и тренд являются важными характеристиками данных временных рядов. Одной из таких популярных моделей прогнозирования временных рядов являются ARIMA [6], ARMA, SARIMA и др. Недостатки такого подхода: большие затраты ресурсов, неадаптивность.

Теоретические разработки в области анализа временных рядов начались со стохастических процессов. Первое реальное применение авторегрессионных моделей к данным можно отнести к работе Г.У Юла и Дж. Уокера в 1920-е и 1930-е годы.

Машинное обучение. RNN и CNN являются двумя широко используемыми вычислительными подходами в прогнозировании. Модели RNN (LSTM) являются одной из лучших моделей для извлечения паттернов входных признаков и используются для охвата длинной последовательности [3]. LSTM обеспечивает большую гибкость по сравнению с другими методами. LSTM – это форма рекуррентных нейронных сетей (RNNs). Впервые о применении методов машинного обучения для анализа данных заговорили в 70-80 гг прошлого века. Были проведены независимые исследования Лапедесом и Фарбер, Бокс и Дженкинс [2], доказавшие эффективность этих методов наравне со статистическими.

Недостатки методов: высокие требования к вычислительным ресурсам и данным.

Нечеткое логическое прогнозирование. Используется для многомерных временных рядов. Недостатки: отсутствие стандартной методики конструирования нечетких систем, невозможность математического анализа существующими методами.

На данный момент существует множество исследований временных рядов прикладного характера: в медицине, социологии, экономике, авиации, мореходстве и т.д. Но существуют сложности с разработкой общих методов поиска отклонений и прогнозов для темпоральных данных. На данный момент существует сервис Amazon по прогнозированию временных рядов. В некоторых случаях использование этого сервиса дает отличные результаты. Особенно при отсутствии возможности индивидуального подхода.

Чаще же всего для каждой задачи вопрос анализа решается индивидуально исходя из специфики входных данных. И такой вариант дает более точные результаты.

Вопрос анализа и прогнозирования временных рядов до сих пор остается актуальным и открытым.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Aileen Nielsen.* Practical Time Series Analysis: Prediction with Statistics and Machine Learning; 2020.
2. *Gianluca Bontempi, Souhaib Ben Taieb, and Yann-Aël Le Borgne.* Machine Learning Strategies for Time Series Forecasting, 2013.
3. *Faustryjak D, Jackowska-Strumillo L, Majchrowicz M.* Forward forecast of stock prices using LSTM neural networks with statistical analysis of published messages // In: Interdisciplinary PhD workshop (IPhDW) 2018 international. – 2018. – P. 288-292.
4. *Robert H. Shumway, David S. Stoffer* Time Series Analysis and Its Applications With R Examples. Fourth Edition, 2016.
5. *Song Q., Leland R.P., Chissom B.S.* A new fuzzy time-series model of fuzzy number observations // Fuzzy Sets Syst. – 1995. – Vol. 73 (3). – P. 341-348.
6. *Srihari Athiyarath, Mousumi Paul, Srivatsa Krishnaswamy.* A Comparative Study and Analysis of Time Series Forecasting Techniques, 2020.

А.Е. Таран

**ОБЗОР И АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПРОБЛЕМЫ
РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ**

Руководитель – к.т.н., доцент кафедры высшей математики И.А. Ляпунова

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Введение. Прогресс в области разработки новых вычислительных устройств и сетевых технологий впечатляет. Вследствие этого растет и потребность в вычислительных ресурсах для решения наукоемких задач. Только за последние 15 лет тактовая частота процессоров в персональных домашних компьютерах выросла с 10 МГц до 5 ГГц (500 раз), количество процессоров с 1 до 8, а пропускная способность сетей с 10 Мбит/с до 100 Гбит/с (10000 раз). Трудно себе представить, что человечество смирился с ограничениями вычислительных возможностей, ведь ресурсоемкие задачи появляются каждый день. Один из путей решения проблемы – параллельное выполнение большого числа операций и распределенная структура вычислительной системы. Грид-технологии (Grid) позволяют создать географически распределенные вычислительные инфраструктуры, которые объединяют разнородные ресурсы и реализуют возможность коллективного доступа к этим ресурсам.

Распределённые вычисления. Распределённые вычисления являются разновидностью параллельных вычислений, которое основывается на обычных компьютерах (со стандартными процессорами, устройствами хранения данных, блоками питания и т.д.) подключенных к сети (локальной или глобальной) при помощи обычных протоколов, например Ethernet. В то время как обычный суперкомпьютер содержит множество процессоров, подключенных к локальной высокоскоростной шине. Главным отличием грид-системы от обычного суперкомпьютера является то, что отдельная ячейка грид-системы может быть приобретена как обычный неспециализированный компьютер. Таким образом, можно получить недорогой аналог суперкомпьютера. Наиболее эффективно использование грид-систем при выполнении ресурсоемких приложений, которые могут быть разделены на большое количество независимых подзадач, например, для анализа и обработки независимых наборов данных. [1] Но в этом же проявляется и один из главных минусов распределенных вычислений. Не каждую задачу можно разбить на такие независимые подзадачи.

На рис. 1 представлена примерная схема грид-системы, где центральный компьютер (control server) распределяет задачи по узлам грида (grid node) и контролирует результат.

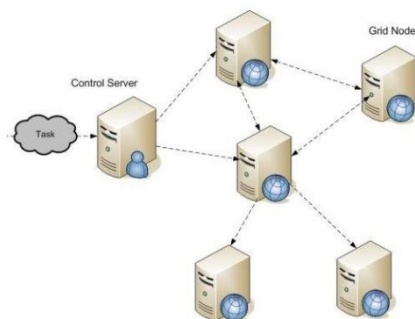


Рис. 1. Схема грид-системы

В настоящее время существует три типа грид-систем [5]:

1. *Вычислительные GRID* – ориентированы на то, чтобы объединять вычислительные мощности многих компьютеров для решения ресурсоемких задач.
2. *Информационные GRID* – обеспечивают вычислительные ресурсы, для анализа крупномасштабных баз данных коллективного пользования.
3. *Коллаборационные GRID* нацелены на работу с большими сложными группами взаимодействующих пользователей (используются, например, для совместного моделирования и проектирования).

Наиболее перспективным направлением является вычислительные грид-системы. Уже на начальном этапе своего формирования грид-системы заинтересовали ряд крупных научных центров и университетов. Грид-технологии позволяют нам решать задачи высокой сложности. Например, это моделирование химических процессов, которые благодаря развитию нанотехнологий сулит нам множество открытий, моделирование климата и решение актуальных экологических задач. Медики, биологи и зоологи заинтересованы в быстром доступе к всемирным базам данных и эффективном исследовании генома человека, физики и астрономы – в расчетах в области высоких энергий и многих задач астрофизики. Например, в 2020 году один из проектов добровольных вычислений, выделил все свои мощности на изучение COVID-19. Пользователи со всего мира остались неравнодушными и выделили свои компьютеры для поиска лекарства. В пиковой вычислительной мощности этот проект достиг 2,3 экзафлопс вычислительных мощностей. А это в несколько раз больше, чем у Summit, самого быстрого суперкомпьютера в мире, по данным Top500 лучших суперкомпьютеров. СуперЭВМ с такой суммарной мощностью обещают сделать только к 2021 году.

Исторически сложилось так, что рождение Грида во многом связано с физикой высоких энергий. В свое время физики ЦЕРНа создали сетевые протоколы Интернета, также они стали пионерами и в области грид-технологий, когда занялись строительством Большого адронного коллайдера стоимостью в несколько миллиардов долларов. Запуск этого ускорителя в 2007 году обеспечил прорыв в области физики высоких энергий. Ученым понадобились не только компьютеры, которые работают в тысячи и миллионы раз быстрее, но и распределенные вычислительные центры, которые необходимы для обработки и хранения данных. Так родилась идея создать сеть, которая объединила вычислительные мощности всех подключенных к ней компьютеров. [2]

Ярким примером грид-проекта в сети Интернет является проект SETI@home, целью которого является анализ космических радиосигналов. Средняя производительность вычислений этого проекта составляет 1,5 петафлопс. Аналогичные показатели пиковой производительности имеет суперкомпьютер, находящийся на 8-м месте в списке TOP-500. При этом в проекте SETI@home участвует более 1,5 млн. пользователей, а вычислительная система состоит из 3 млн. узлов. Таким образом, это доказывает, что грид-технологии могут быть аналогом суперкомпьютера [4].

В России всего два проекта на платформе BOINC. Один из них – это Gerasim@home. Этот проект создан для решения задач дискретной оптимизации (поиск наиболее эффективных эвристических методов) и исследования свойств диагональных латинских квадратов. Он был создан на кафедре вычислительной техники Юго-Западного государственного университета.

В настоящее время большинство проектов, основанных на грид-технологиях, являются некоммерческими. Но во многих странах начинают появляться национальные программы, которые финансируют развитие грид-технологий. Сотни университетов из десятков стран объединяют усилия для совместного решения научных задач.

Так же огромным плюсом является то, что любой стационарный компьютер может служить сервером для грид-системы. Вам необходимо лишь скачать необходимое программное обеспечение и настроить его. Благодаря этому многие молодые ученые, аспиранты, магистранты могут получить инструмент, благодаря которому смогут решать свои научные задачи.

Еще одним огромным плюсом является то, что теперь для участия в добровольных вычислениях может быть использован обычный смартфон. Например, один из популярных процессоров Qualcomm Snapdragon 855 имеет в своем распоряжении 8 ядер по 3 ГГц. Тем более, с введением сетей 5G, обмен данными будет достигать невероятных скоростей (20 Gbit/s).

Но не все проблемы лучше всего решать, используя распределенные вычисления на основе грид-технологий. СуперЭВМ незаменимы для некоторых научных проблем, когда множество процессоров должны часто обмениваться друг с другом информацией. Очевидно, что такой частый обмен информацией невозможно обеспечить для географически распределенных и, возможно, аппаратно-неоднородных ресурсов в грид-системе. Другими словами, грид не слишком подходит для параллельных вычислений с интенсивным межпроцессорным обменом. Грид-технологии не являются технологиями параллельных вычислений – задачей технологий грид является лишь координация использования ресурсов и для удаленного запуска отдельных задач на территориально распределенные ресурсы (хотя в рамках конкретной грид-системы возможно организовать параллельные вычисления с использованием существующих технологий параллельных вычислений). Поэтому если громоздкая задача, которую необходимо решить, может быть разбита на большое количество маленьких, независимых (не обменивающихся никакими данными) частей, – грид-технология оказывается особенно эффективным и относительно дешевым решением. [6] Напротив, суперкомпьютеры оказываются для таких вычислений неоправданно дорогим и неэффективным решением [3].

Вывод. Таким образом, распределенные вычисления на основе грид-систем имеют огромный потенциал. Уверенно растет количество инвестиций в это направление. Большую часть времени, компьютеры в университетах простаивают, таким образом, их можно объединить в одну грид-систему и решать многие научные задачи. Исходя из проведенного обзора и анализа, предполагается что подобную систему необходимо организовать в ЮФУ. Это позволит многим научным проектам продвинуться на шаг вперед.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Кирьянов А.К. и Рябов Ю.Ф.* Введение в технологию Грид: учеб. пособие. – ПИЯФ РАН, 2006.
2. Большой адронный коллайдер (Large Hadron Collider, LHC). – <http://lhc-newhomepage.web.cern.ch/lhc-new-homepage>.
3. *Грушин Д.А., Поспелов А.И.* Система моделирования Grid: реализация и возможности применения. – http://citforum.ru/nets/articles/grid_modelling.
4. *Таковицкий О.* Технология Grid Computing. – <http://www.bytemag.ru/?ID=601856>.
5. Foster, What is Grid? A three point check. – <http://www-fp.mcs.anl.gov/~foster/Articles/WhatIsGrid.pdf>.
6. *Курейчик В.М., Таран А.Е., Ляпунова И.А.* Реализация муравьиного алгоритма на грид-системе // Вестник РГУПС. – 2015.

А.Е. Кузнецов, Р.Е. Кузнецов

СВОЙСТВА КВАДРАТИЧНЫХ ФОРМ ОТС

Руководитель – к.ф.-м.н., доцент кафедры высшей математики А.Г. Клово

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Аннотация. Изучаются некоторые свойства обобщенных тригонометрических систем (ОТС), связанные с исследованием их квадратичных форм. Показано, что свойства, аналогичные основному тригонометрическому и гиперболическому тождествам (первые интегралы), сохраняются только для систем четного порядка. Показаны другие свойства ОТС четного и нечетного порядков.

Введение. При исследовании задач на прочность конструкций, например [1–4] использовались системы из четырех функций, которые при взятии производных последовательно переходят друг в друга. При этом производная от последней функции пропорциональна первой из них. В работе [5] установлены некоторые свойства таких систем, а в работе [6] эти свойства обобщены на случай произвольных систем четного порядка. Исследованию свойств таких обобщенных тригонометрических систем конкретных четных и нечетных порядков посвящены работы [7–10].

В настоящей работе продолжается изучение таких систем. При этом акцент сделан на исследование их квадратичных форм. Показано, что тождества, названные первыми интегралами, заключающиеся в том, что квадратичная форма функций ОТС равна константе, существуют для систем четных порядков и не существуют для систем нечетных порядков.

Показано, как с помощью исследования свойств матриц квадратичных форм можно изучать и другие их свойства.

Объект исследования. Обобщенные тригонометрические системы четного порядка $2n$ первого типа (*о.т.с.*[$2n;1$]). Это функции $K_{2n,1}(x), K_{2n,2}(x), \dots, K_{2n,2n}(x)$, для которых выполнены свойства: $(K_{2n,i}(x))' = K_{2n,i+1}(x), i = 1, 2, \dots, 2n-1,$
 $(K_{2n,2n}(x))' = K_{2n,1}(x), K_{2n,i}(0) = 0, i = 1, 2, \dots, 2n-1, K_{2n,2n}(0) = 1.$

Обобщенные тригонометрические системы нечетного порядка $2n-1$ первого типа (*о.т.с.*[$2n-1;1$]). Это функции $L_{2n-1,1}(x), L_{2n-1,2}(x), \dots, L_{2n-1,2n-1}(x)$, для которых выполнены свойства: $(L_{2n-1,i}(x))' = L_{2n-1,i+1}(x), i = 1, 2, \dots, 2n-2,$
 $(L_{2n-1,2n-1}(x))' = L_{2n-1,1}(x), L_{2n-1,i}(0) = 0, i = 1, 2, \dots, 2n-2, L_{2n-1,2n-1}(0) = 1.$

Обобщенные тригонометрические системы четного порядка $2n$ второго типа (*о.т.с.*[$2n;2$]). Это функции $\Phi_{2n,1}(x), \Phi_{2n,2}(x), \dots, \Phi_{2n,2n}(x)$, для которых выполнены свойства: $(\Phi_{2n,i}(x))' = \Phi_{2n,i+1}(x), i = 1, 2, \dots, 2n-1, (\Phi_{2n,2n}(x))' = -\Phi_{2n,1}(x),$
 $\Phi_{2n,i}(0) = 0, i = 1, 2, \dots, 2n-1, \Phi_{2n,2n}(0) = 1.$

Обобщенные тригонометрические системы нечетного порядка $2n-1$ второго типа (*о.т.с.*[$2n-1;2$]). Это функции $G_{2n-1,1}(x), G_{2n-1,2}(x), \dots, G_{2n-1,2n-1}(x)$, для которых выполнены свойства: $(G_{2n-1,i}(x))' = G_{2n-1,i+1}(x), i = 1, 2, \dots, 2n-2,$
 $(G_{2n-1,2n-1}(x))' = -G_{2n-1,1}(x), G_{2n-1,i}(0) = 0, i = 1, 2, \dots, 2n-2, G_{2n-1,2n-1}(0) = 1.$

Мы будем считать, что $K_{2n,i}(x) = K_{2n,i+2n}(x)$, $L_{2n-1,i}(x) = L_{2n-1,i+2n-1}(x)$, $\Phi_{2n,i}(x) = -\Phi_{2n,i+2n}(x)$, $L_{2n-1,i}(x) = L_{2n-1,i+2n-1}(x)$. Поэтому i во всех случаях является любым целым числом.

Дифференциальная тригонометрия. В работах [7–10] проведены исследования, опирающиеся на тот факт, что все функции различных ОТС удовлетворяют соответствующих обыкновенным дифференциальным уравнениям, а базовые функции до расширения индекса образуют для них фундаментальные системы решений. На основании этого выводятся формулы для суммы аргументов, исследуется четность, нечетность функций ОТС. В частности, показано, что для систем четных порядков базовые функции с четными номерами являются четными функциями, а функции с нечетными номерами – нечетными. Для систем нечетного порядка смена знака аргумента меняет тип функции.

Матричная тригонометрия. Для обобщенных тригонометрических систем всех типов базовым функциям квадратичная форма. Например, для *o.m.c.*[$2n;1$] соответствующая квадратичная форма запишется в виде

$$A(x) = \sum_{1 \leq i, j \leq 2n} a_{ij} K_{2n,i}(x) K_{2n,j}(x). \quad (1)$$

При этом ее матрица может быть записана, как

$$A^0 = (a_{ij}), \quad a_{ij} = a_{ji}, \quad 1 \leq i \leq j \leq 2n. \quad (2)$$

Несложно убедиться в том, что производная квадратичной формы (1) сама по себе является квадратичной формой. Матрицу A^0 этой квадратичной формы представим в виде

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1,2n-1} & a_{1,2n} \\ a_{12} & a_{22} & a_{23} & \dots & a_{2,2n-1} & a_{2,2n} \\ a_{13} & a_{23} & a_{33} & \dots & a_{3,2n-1} & a_{3,2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{1,2n-1} & a_{2,2n-1} & a_{3,2n-1} & \dots & a_{2n-1,2n-1} & a_{2n-1,2n} \\ a_{1,2n} & a_{2,2n} & a_{3,2n} & \dots & a_{2n-1,2n} & a_{2n,2n} \end{pmatrix}, \quad (3)$$

тогда матрица A^1 , соответствующая производной квадратичной формы (1), запишется как

$$\begin{pmatrix} 2a_{12n} & a_{11} + a_{2,2n} & a_{12} + a_{3,2n} & \dots & a_{1,2n-2} + a_{2n-1,2n} & a_{1,2n-1} + a_{2n,2n} \\ a_{11} + a_{2,2n} & 2a_{12} & a_{13} + a_{22} & \dots & a_{1,2n-1} + a_{2,2n-2} & a_{1,2n} + a_{2,2n-1} \\ a_{12} + a_{3,2n} & a_{13} + a_{22} & 2a_{23} & \dots & a_{2,2n-1} + a_{3,2n-2} & a_{2,2n} + a_{3,2n-1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{1,2n-2} + a_{2n-1,2n} & a_{1,2n-1} + a_{2,2n-2} & a_{2,2n-1} + a_{3,2n-2} & \dots & 2a_{2n-2,2n-1} & a_{2n-2,2n} + a_{2n-1,2n-1} \\ a_{1,2n-1} + a_{2n,2n} & a_{1,2n} + a_{2,2n-1} & a_{2,2n} + a_{3,2n-1} & \dots & a_{2n-2,2n} + a_{2n-1,2n-1} & 2a_{2n-1,2n} \end{pmatrix}. \quad (4)$$

Для решения вопроса о существовании первых интегралов необходимо исследовать вопрос, может ли матрица A^0 быть ненулевой и при этом матрица A^1 будет иметь все элементы, равные 0.

Заметим, что из равенства нулю элементов на главной диагонали матрицы A^1 следует, что равны нулю элементы $a_{12}, a_{23}, \dots, a_{2n-1,2n}, a_{1,2n}$. Отсюда следует, в матрице A^0 нулевыми являются элементы, заполняющие в этой матрице соседние и последние диагонали.

Можно доказать, что из равенства нулю в этой ситуации первой диагонали, выше главной, следует, что равны нулю третья, пятая и все нечетные по порядку диагонали. Аналогично доказывается, что из равенства нулю последней диагонали, состоящей из одного элемента, следует равенство нулю третьей диагонали сверху, а также пятой и т.д.

Аналогичная ситуация возникает и для других типов ОТС. Несложно теперь проверить, что в случае систем нечетного порядка такие «нулевые» диагонали заполняют всю матрицу квадратичной формы.

В случае систем четного порядка заполненными «нулевыми» будет половина диагоналей, что дает возможность построение первых интегралов в явном виде.

В заключении выражаем благодарность Клово А.Г. за постановку задачи и многочисленные обсуждения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пузыревский Н.П. Расчеты фундаментов. – Петроград: Изд-во «И.И.П.С», 1923.
2. Крылов А.Н. О расчете балок, лежащих на упругом основании. – Л.: Изд-во АН СССР, 1931.
3. Филиппов А.П. Методы расчета сооружений на колебания. – М., Л.: Стройиздат Наркомстром, 1940.
4. Виноградов Ю.И. Функции Коши-Крылова в расчетах на прочность пластин и оболочек // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2013. – № 8. – С. 15-19.
5. Клово А.Г. Некоторые вопросы колебаний кварцевых резонаторов с одним держателем // Физические основы микроэлектроники. Сб. трудов МИЭТа. – М., 1979. – С. 58-65.
6. Клово А.Г. Задачи на собственные значения для одного линейного параметризованного оператора. Деп. ВИНТИ № 5428-80, 24 дек. 1980. – 34 с.
7. Клово А.Г. Некоторые свойства обобщенных тригонометрических систем // Донецкие чтения 2018: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Матер. III Международной научной конференции 25 октября 2018 года, г. Донецк. Т. 1. Физико-математические и технические науки. – С. 349-350.
8. Клово А.Г., Кузнецов А.Е., Кузнецов Р.Е., Чистякова Т.А. Построение и свойства обобщенных тригонометрических систем нечетного порядка // Матер. X международной научно-технической конференции в рамках V международного научного форума Донецкой народной республики 22-24 мая 2019 г. – Донецк: ДОННТУ, 2019. – С. 25-29.
9. Клово А.Г., Куповых Г.В., Чистякова Т.А. Обобщенные тригонометрические системы и некоторые приложения // Матер. VI международной научно-технической конференции «Современные информационные технологии в образовании и научных исследованиях» СИТОНИ-2019 26 ноября 2019 г. – Донецк. 2019. – С. 53-63.
10. Клово А.Г., Куповых Г.В., Чистякова Т.А. Об одном подходе к тригонометрии // Матер. Всероссийской научно-методической конференции «Актуальные проблемы преподавания математических и естественно-научных дисциплин в образовательных организациях высшего образования» (Кострома, 16 февраля 2020 года). – Кострома 2020. – С. 72-82.

С.А. Зеленев

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ВБЛИЗИ ПЛОСКОГО
ЭЛЕКТРОДА СО СФЕРИЧЕСКОЙ НЕОДНОРОДНОСТЬЮ**

Руководитель – к.ф.-м.н., доцент кафедры высшей математики Д.В. Тимошенко

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Введение. При измерении электрического поля вблизи электрода произвольной формы, например, при установке датчика на крыше здания, искажения поля обусловлены комбинацией коэффициента редукции (определяющегося геометрией задачи) и электродным эффектом (ЭЭ) [1–3]. Для определения значений K_1 и, следовательно, вычисления K_p необходимо решить задачу о распределении электрического поля вблизи электрода произвольной (заданной) формы при конкретной геометрии установки датчиков.

Постановка задачи. Математическая модель классического ЭЭ в атмосфере, записанная в области $[0; x_{\text{max}}] \times [0; z_{\infty}]$ имеет следующий вид [3, 4]:

$$\begin{aligned} \pm \operatorname{div}(n_{1,2} b_1 \vec{E}) &= q(\vec{r}) - \alpha n_1 n_2, \\ \operatorname{div} \vec{E} &= 4\pi e (n_1 - n_2), \end{aligned} \quad (1)$$

где $n_{1,2}$ – концентрации положительных и отрицательных ионов проводимости, $b_{1,2}$ – их подвижности, α – коэффициент рекомбинации, E – напряжённость электрического поля, q – скорость ионообразования, e – элементарный заряд.

Из теории классического электродного эффекта [3, 4] следует, что $n_1 \approx \text{const}$ поэтому из первого уравнения системы (1) можно выразить величину n_2 и получить уравнение относительно неизвестной функции \vec{E} :

$$\operatorname{div} \vec{E} = 4\pi e \left(n_1 - \frac{q - \operatorname{div}(n_1 b_1 \vec{E})}{\alpha n_1} \right). \quad (2)$$

Используя связь между напряжённостью электрического поля и потенциалом $\vec{E} = -\operatorname{grad} \varphi$, уравнение (2) можно переписать как

$$\Delta \varphi = - \frac{4\pi e \left(n_1 - \frac{q}{\alpha n_1} \right)}{1 + \frac{4\pi e b_1}{\alpha}}. \quad (3)$$

Уравнение (3) является частным случаем системы (1), что позволяет решать задачу о распределении скалярной функции электрического потенциала и сформулировать ее в виде уравнения Лапласа, обозначив левую часть через A .

Зададим геометрическую форму электрода в виде полусферы (рис. 1).

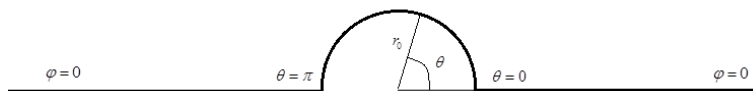


Рис. 1. Электрод в форме полусферы

Перепишем уравнение (3) в полярных координатах $\varphi = \varphi(r, \theta)$:

$$\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial \varphi}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \theta^2} = -A. \quad (4)$$

Зададим граничные условия для уравнения (4) следующим образом:

$$\varphi(r, 0) = \varphi(r, \pi) = 0, \quad \varphi(\infty, \theta) = \varphi(r, \pi) = C_1 = const, \quad \varphi|_{z=0} = 0, \quad \varphi|_{z=z_\infty} = \varphi_\infty. \quad (5)$$

Уравнение (4) и граничные условия (5) представляет собой задачу Дирихле для уравнения Лапласа во внешности круга [5]. Исходя из геометрии задачи, используя метод Фурье [5], получаем выражение для электрического потенциала в верхней полуплоскости ($z \geq 0$):

$$\varphi = \sum_{n=1}^{\infty} \left[\frac{2A}{\pi n(4-n^2)} (1-(-1)^n) r_0^{n+2} r^{-n} - \frac{2A}{\pi n(4-n^2)} (1-(-1)^n) r^2 \right] \sin n\theta. \quad (5)$$

На рис. 2 приведена качественная картина расположения эквипотенциальных линий. Видно, что вблизи сферической неоднородности происходит уплотнение эквипотенциальных линий и, следовательно, увеличение значений напряженности поля.

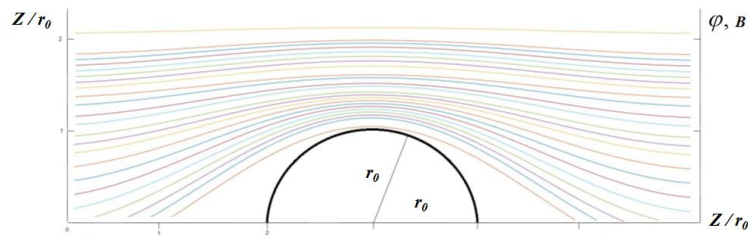


Рис. 2. Эквипотенциальные линии в области неоднородности

Для получения наглядного представления о поведении электрического поля вблизи электрода со сферической неоднородностью был осуществлен обратный переход от выражения для потенциала в полярных координатах к представлению напряженности как функции координат в декартовой системе (рис. 3,а,б).

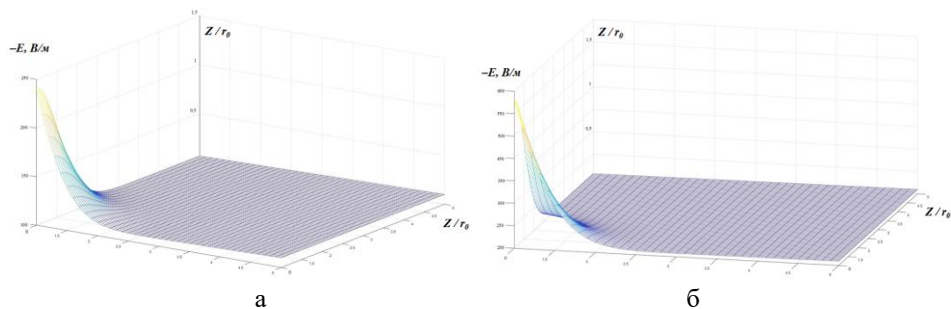


Рис. 3. Распределение электрического поля вблизи электрода со сферической неоднородностью (напряженность электрического поля на плоскости, соответственно, -100 В/м (а) и -200 В/м (б))

Приведенные графические изображения иллюстрируют трехмерное распределение напряженности поля как вблизи области неоднородности электрода, так и на значительном удалении от нее. Данные зависимости получены для случаев напряженностей -100 В/м и -200 В/м в плоской части (рис. 3,а,б соответственно). Для обоих случаев, с одной стороны, можно заметить рост значений напряженности вблизи неоднородности, что соответствует геометрическому искажению и появлению необходимости вводить соответствующий коэффициент редукции, с другой – уменьшение значений напряженности по мере удаления от неоднородности и выход напряженности электрического поля на заданные значения в области плоского электрода.

Заключение. Выполнен расчет распределения электрического поля и потенциала для плоского электрода со сферической неоднородностью. Для правильной интерпретации результатов наземных атмосферно-электрических наблюдений с учетом коэффициента редукции необходимо принимать во внимание не только геометрию установки датчиков, но и величину измеряемого электрического поля.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Куповых Г.В., Шефтель В.М., Ярошенко А.Н.* К вопросу определения коэффициента редукции при измерении атмосферного электрического поля в приэлектродном слое // Труды ВГИ. – М.: Гидрометеиздат. 1989. – Вып. 76. – С. 66- 69.
2. *Зеленев С.А.* Электродинамическая модель атмосферного приземного слоя с учетом аэрозольного загрязнения // Сб. статей VI Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов, магистрантов и студентов «Фундаментальные и прикладные аспекты компьютерных технологий и информационной безопасности». – Таганрог, 2020. – С. 504-507.
3. *Куповых Г.В., Морозов В.Н., Шварц Я.М.* Теория электродного эффекта в атмосфере. – Таганрог. Изд-во ТРТУ. 1998. – 123 с.
4. *Куповых Г.В., Морозов В.Н.* Классический (нетурбулентный) электродный эффект в приземном слое // Известия высших учебных заведений. Сев.-Кав. регион. Естеств. науки. – 2003. – № 2. – С. 43-46.
5. *Корн Г, Корн Т.* Справочник по математике для научных работников и инженеров. – 6-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2003. – 832 с.

А.В. Гончаров

ВАРИАЦИОННЫЙ МЕТОД В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ КОЛЕБАНИЯМИ СТРУНЫ

Руководитель – к.ф.-м.н., доцент кафедры высшей математики А.Г. Клово

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Аннотация. Рассматривается задача управления колебаниями струны конечной длины заданием управляющих функций, задающих положение струны на каждом из концов. В задаче о приведении струны в состояние покоя показано, что при правильном выборе минимизируемого функционала применение уравнения Лагранжа позволяет оптимальное управление на каждом временном промежутке, которое также является всюду оптимальным.

Введение. Впервые условия, при которых струна может быть приведена в заданное состояние с помощью управляющей функции на ее границе, были изучены в книге [1, с. 192]. Различные задачи оптимальных граничных управлений колебаниями струны рассмотрены в работе [2]. Условия, при которых существуют классические и обобщенные решения таких задач для гиперболических уравнений,

изучены в книге [3, с. 196]. В работе [4] обращено внимание на проблему возможности синтеза оптимального управления колебаниями струны. Достаточные условия, при которых возможен синтез оптимального управления системой с распределенными параметрами, сформулированы в докладе [5].

При условиях, гарантирующих существование всюду оптимального управления, решение и минимизируемый функционал представляются в явном виде. После этого с помощью уравнения Лагранжа находится оптимальное управление, реализующее минимум соответствующего функционала.

Постановка задачи. Пусть функция двух переменных $u(t, x)$ является отклонением точки струны с координатой $x \in [0;1]$ в момент времени t . Эта функция удовлетворяет дифференциальному уравнению с частными производными

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \quad (1)$$

в области $D_\tau = (0;\tau) \times (0;1)$, $\tau \in [0;1]$. Мы рассматриваем начальные условия

$$u|_{t=0} = \varphi(x), \quad \frac{\partial u}{\partial t}|_{t=0} = \psi(x) \quad (2)$$

при $x \in [0;1]$ и граничные условия

$$u|_{x=0} = p(t), \quad u|_{x=1} = q(t) \quad (3)$$

при $t \in (0; \tau]$. Для функций $\varphi(x)$, $\psi(x)$, $p(t)$, $q(t)$ мы будем предполагать выполненными условия согласования:

$$\begin{aligned} \varphi(0) = p(0) = 0, \quad \psi(0) = p'(0), \quad \varphi(1) = q(0) = 0, \\ \psi(1) = q'(0) = 0. \end{aligned}$$

Нашей целью является приведение струны в состояние покоя, при котором выполнены условия $u|_{t=0} = \frac{\partial u}{\partial t}|_{t=0} = 0$. При $\tau = 1$ состояние покоя гарантированно может быть достигнуто. При $0 < \tau < 1$ под оптимальным мы будем понимать управление, реализующее минимум функционала

$$J(p) = \int_0^1 \left(\left(\frac{\partial u}{\partial x} \Big|_{t=\tau} \right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial t} \Big|_{t=\tau} \right)^2 \right) dx. \quad (4)$$

При использовании функционала (4) гарантированно существует единственное всюду оптимальное управление колебаниями струны.

Решение задачи (1)-(3). Решение поставленной задачи будем искать в виде $u(t, x) = u_1(t, x) + u_2(t, x) + u_3(t, x)$. Здесь $u_1(t, x)$ является решением задачи (1)-(3) при $p(t) = 0$, $q(t) = 0$, $u_2(t, x)$ является решением задачи (1)-(3) при $\varphi(x) = 0$, $\psi(x) = 0$, $q(t) = 0$, $u_3(t, x)$ является решением задачи (1)-(3) при $\varphi(x) = 0$, $\psi(x) = 0$, $p(t) = 0$.

При поиске функции $u_1(t, x)$ продолжим начальные условия таким образом, чтобы граничные условия (3) выполнялись автоматически. Пусть продолженный начальный профиль струны определяется условиями

$$u \Big|_{t=0} = \bar{\varphi}(x) = \begin{cases} -\varphi(-x), & -1 \leq x < 0, \\ \varphi(x), & 0 \leq x \leq 1, \\ -\varphi(2-x), & 1 < x \leq 2. \end{cases} \quad (5)$$

а продолженные начальные скорости определяется условиями

$$\frac{\partial u}{\partial t} \Big|_{t=0} = \bar{\psi}(x) = \begin{cases} -\psi(-x), & -1 \leq x < 0, \\ \psi(x), & 0 \leq x \leq 1, \\ -\psi(2-x), & 1 < x \leq 2. \end{cases} \quad (6)$$

Для таким образом продолженных начальных условий запишем решение с помощью формулы Даламбера

$$u_1(t, x) = \frac{\bar{\varphi}(x-t) + \bar{\varphi}(x+t)}{2} + \frac{1}{2} \int_{x-t}^{x+t} \bar{\psi}(\xi) d\xi. \quad (7)$$

Представление решение в виде (7) справедливо в области $D_\tau = (0; \tau) \times (0; 1)$, $\tau \in [0; 1]$.

Несложно проверить, функция $u_2(t, x)$ может быть представлена в виде

$$u_2(t, x) = \begin{cases} p(t-x), & t \geq x, \\ 0, & t < x. \end{cases}$$

В то же самое время для функции $u_3(t, x)$ справедливо следующее представление

$$u_3(t, x) = \begin{cases} q(t+x-1), & t \geq 1-x, \\ 0, & t < 1-x. \end{cases}$$

продолжим начальные условия таким образом, чтобы граничные условия (3) выполнялись автоматически. Пусть продолженный начальный профиль струны определяется условиями

$$u \Big|_{t=0} = \bar{\varphi}(x) = \begin{cases} -\varphi(-x), & -1 \leq x < 0, \\ \varphi(x), & 0 \leq x \leq 1, \\ -\varphi(2-x), & 1 < x \leq 2. \end{cases} \quad (5)$$

Для минимизации функционала

$$J = \int_a^b (F(x, f(x), f'(x))) dx.$$

можно использовать уравнение Лагранжа

$$\frac{\partial F}{\partial f} - \frac{d}{dx} \frac{\partial F}{\partial f'} = 0.$$

В нашем случае с учетом условий согласования мы приходим к системе уравнений

$$\begin{cases} p'(1-x) + q'(1-x) = \psi(1-x), \\ p'(1-x) - q'(1-x) = -\varphi'(1-x). \end{cases}$$

Складывая и вычитая эти уравнения, мы приходим к значениям производных искомого оптимальных управлений

$$p'(t) = \frac{\psi(t) - \varphi'(t)}{2}, \quad q'(t) = \frac{\psi(t) + \varphi'(t)}{2}.$$

Зная производные управляющих функций и начальные условия, мы можем записать оптимальные управления в явном виде

$$p(t) = \frac{1}{2} \left(\int_0^t \psi(\xi) d\xi - \varphi'(t) \right),$$

$$q(t) = \frac{1}{2} \left(\int_0^t \psi(1 - \xi) d\xi - \varphi'(1 - t) \right).$$

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Латтес Р., Лионс Ж.-Л. Метод квазиобращения и его приложения. – М.: Мир, 1970.
2. Ильин В.А., Моисеев Е.И. Оптимизация граничных управлений колебаниями струны // УМН. – 2005. – Т. 60, № 6. – С. 89-114.
3. Ладыженская О.А. Смешанная задача для гиперболических уравнений. – М.: Гостехиздат, 1953. – 282 с.
4. Клово А.Г., Гончаров А.В. Условия всюду-оптимальности управления одной системой с распределенными параметрами // Матер. IV Международной научной конференции «Донецкие чтения 2019: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности» (Донецк, 2019). Т. 1 Физико-математические и технические науки. Ч. 1. – Донецк: ДонНУ, 2019. – С. 27-30.
5. Клово А.Г., Куповых Г.В., Ляпунова А.В. О возможности синтеза оптимального управления колебаниями струны // Международная научная конференции по дифференциальным уравнениям и динамическим системам: Тезисы докладов. Суздаль 3-8 июля 2020 года. Владимир, изд. ВлГУ 2020. – С. 72-73. – ISBN 978-5-9984-1244-8.

Н.А. Дурова

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ ПРИЗЕМНОГО СЛОЯ В УСЛОВИЯХ АЭРОЗОЛЬНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ

Руководитель – д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой высшей математики
Г.В. Куповых

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Математическое моделирование электрического состояния атмосферного турбулентного приземного слоя (АПС) сводится к совместному решению системы ионизационно-рекомбинационных уравнений с учетом аэрозольных частиц и уравнений турбулентного переноса аэрозольной примеси (с соответствующими начальными и граничными условиями) [1-4]. Исходная система электродинамических уравнений с начальными и граничными условиями записывалась в конечно-разностном виде и решалась численными методами на основе двухпараметрического семейства схем с весами [5].

На рис. 1, 2 представлены полученные расчетные профили легких ($n_{1,2}$), тяжелых ($N_{1,2}$) ионов и электрического поля (E) в нейтрально-стратифицированном турбулентном приземном слое при различных концентрациях аэрозольных частиц в атмосфере.

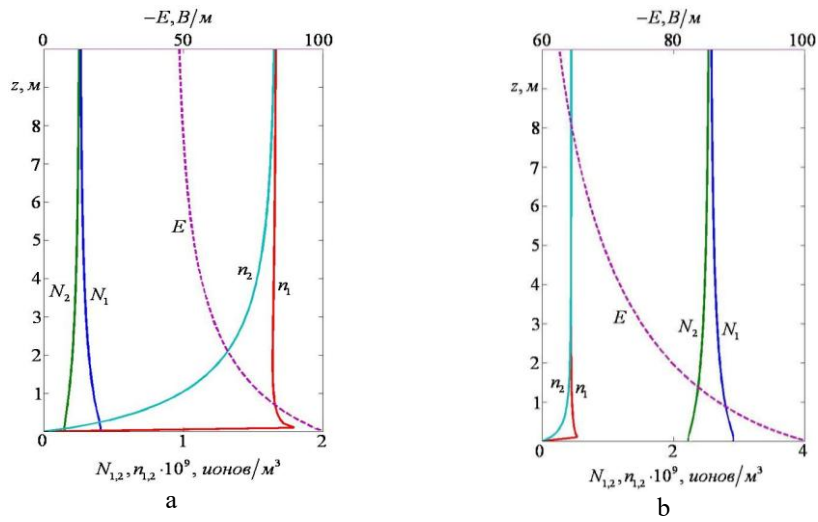


Рис. 1. Электрическая структура слаботурбулентного АПС ($D_1 = 0,01$ м/с) при наличии аэрозоля: N , м^{-3} ($a - 10^9$; $b - 10^{10}$)

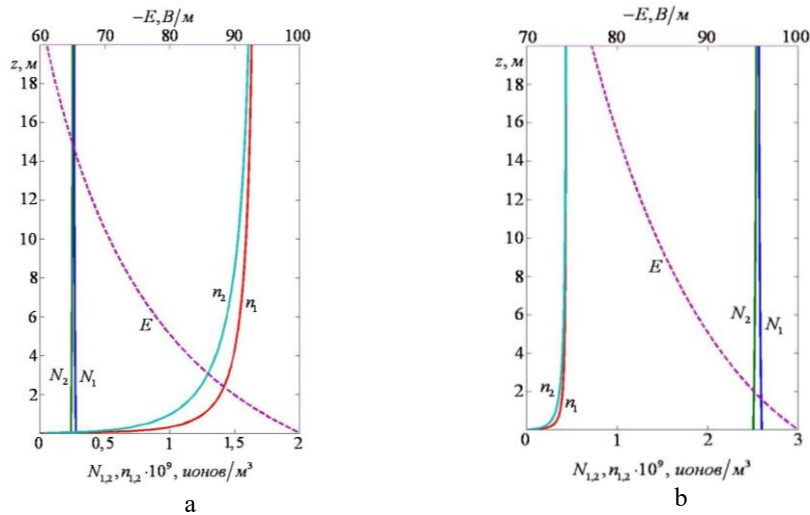


Рис. 2. Электрическая структура сильнотурбулентного АПС ($D_1 = 0,01$ м/с) при наличии аэрозоля: N , м^{-3} ($a - 10^9$; $b - 10^{10}$)

Анализ результатов численного моделирования показал, что в случае слабо развитой турбулентной диффузии при незначительных концентрациях аэрозольных частиц (рис. 1,а) электрическая структура приземного слоя определяется преимущественно концентрациями легких ионов. В профилях тяжелых и легких ионов прослеживаются общие изменения: объемный заряд имеет максимальные значения вблизи поверхности земли, чем выше, тем он быстрее уменьшается. На высоте 10 м разница в значениях $(n_1 - n_2)$ и $(N_1 - N_2)$ не превышает нескольких процентов, то есть это и есть характерный масштаб изменений электрических харак-

теристик в этом случае. При этом величина электродного эффекта во всем электродном слое составляет $E_0/E_\infty = 2,2$, толщина электродного слоя – 27 м, время установления стационарного режима - около 1500 с.

Значительное увеличение степени аэрозольного загрязнения (рис. 1,b) приводит к тому, что концентрация тяжелых ионов превышает концентрацию легких. При этом общий вид профилей, как и изменения в них с высотой, похожи на случай слабого аэрозольного загрязнения, за исключением того, что заметно уменьшается величина объемного заряда, создаваемого легкими ионами. Разница в значениях $(n_1 - n_2)$ и $(N_1 - N_2)$ не превышает нескольких процентов уже на высоте около 65 м, то есть увеличение концентрации аэрозольных частиц с $N = 10^9 \text{ м}^{-3}$ до $N = 10^{10} \text{ м}^{-3}$ приводит к увеличению толщины электродного слоя более чем на 50 %. Также происходит увеличение значений E на высоте 10 м более чем на 20 %, уменьшение значений электродного эффекта (E_0/E_∞) и $(E(z)/E_\infty)$, т.е. характерный масштаб электродного слоя определяется, в основном, тяжелыми ионами.

Усиление степени турбулентной диффузии до $D_1 = 0,1 \text{ м}^2/\text{с}$ в случае слабой аэрозольной загрязненности приземного слоя (рис. 2,a) приводит к тому, что электрическая структура приземного слоя определяется объемным зарядом легких ионов. Причем (по сравнению со случаем слабой турбулентной диффузии) профили положительных и отрицательных легких ионов (n_1 и n_2) заметно сблизилась и на свое асимптотическое значение выходят на высоте более 30 м, то есть наблюдается увеличение характерного масштаб электродного слоя более чем в 2 раза (при этом значительно уменьшается объемный заряд).

Вид профилей, описывающих изменение объемного заряда тяжелых ионов, визуальное не значительно изменился. Однако на высоте нескольких метров от поверхности земли значения N_1 уменьшились в 1,5 раза, а значения N_2 пропорционально увеличились. При этом толщина электродного слоя составляет 95 м (что более чем в 3 раза превышает значения при слабом турбулентном примешивании), время установления стационарного режима - около 700 с.

Значительное увеличение степени аэрозольного загрязнения (рис. 2,b) при сильной развитой турбулентной диффузии приводит к результатам, аналогичным для слаботурбулентного случая. При этом происходит уменьшение значений электродного эффекта по всей высоте электродного слоя более чем на 20 % (что на 5 % больше изменений в случае слабого турбулентного перемешивания), увеличение времени установления стационарного режима приблизительно в 1,5 раза (что не отличается от случая слабого турбулентного перемешивания).

Таким образом, изменение концентрации аэрозольных частиц с $N = 10^8 \text{ м}^{-3}$ до $N = 10^{10} \text{ м}^{-3}$ приводит к однотипным изменениям в распределении электродинамических характеристик как для случаев слабого, так и сильного турбулентного перемешивания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дурова Н.А. Электродинамическая модель атмосферного приземного слоя с учетом аэрозольного загрязнения // Сб. статей VI Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов, магистрантов и студентов «Фундаментальные и прикладные аспекты компьютерных технологий и информационной безопасности». – Таганрог, 2020. – С. 510-513.
2. Куповых Г.В., Клово А.Г., Тимошенко Д.В. Оценка влияния аэрозольного загрязнения на электрические характеристики приземной атмосферы // Матер. V Всероссийской научной конференции «Проблемы военнопприкладной геофизики и контроля состояния приземной среды». – СПб.: ВКА имени А.Ф. Можайского, 2018. – С. 483-486.

3. *Редин А.А., Клово А.Г., Куповых Г.В.* Математическое моделирование электродинамической структуры приземного слоя атмосферы в условиях аэрозольного загрязнения // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2009. – № 7. – С. 192-200.
4. *Редин А.А., Куповых Г.В., Клово А.Г., Болдырев А.С.* Математическое моделирование электродинамических процессов в условиях аэрозольного загрязнения атмосферы // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2011. – № 8. – С. 111-121.
5. *Самарский А.А., Вабищевич П.Н.* Численные методы решения задач конвекции-диффузии. – 4-е. изд. – М.: Книж. дом «ЛИБРОКОМ», 2009. – 248 с.

О.В. Белоусова, С.Ю. Фомин

**ГЛОБАЛЬНЫЕ И ЛОКАЛЬНЫЕ ВОЗМУЩЕНИЯ В АТМОСФЕРНОМ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ У ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ**

Руководитель – д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой высшей математики
Г.В. Куповых

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Введение. Для реализации мониторинга за электрическим полем атмосферы (ЭПА) очевидный интерес представляют электродинамические процессы в атмосферном приземном слое (АПС). В результате электродного эффекта (ЭЭ), в приземной части атмосферы возникает электродный слой (ЭС) высотой от нескольких до десятков метров в зависимости от метеорологических условий [1-3].

В суточном ходе ЭПА имеется глобальная унитарная вариация с утренним минимумом (03^h-05^h) *UT* и вечерним максимумом (19^h-20^h) *UT*, на которую накладываются локальные возмущения. Глобальная компонента обусловлена унитарной вариацией потенциала ионосферы с утренним минимумом и хорошо проявляется, выделена при наблюдениях над поверхностью океанов и в полярных областях [1]. При соответствующем физико-статистическом анализе данных наблюдений на континентальных пунктах наблюдений также можно выделить глобальную компоненту, которая коррелирует с унитарной вариацией [1-3]. Локальные возмущения обычно связывают с аэрозольным или радиоактивным загрязнением атмосферы [2, 3], а также с действием ЭЭ.

Состояние проблемы. Глобальные вариации электрических характеристик АПС обусловлены нестационарными токовыми генераторами и процессами в верхних слоях атмосферы, определяющими функционирование глобальной электрической цепи (ГЭЦ). С другой стороны, гидро- и термодинамические процессы в ПСА являются нестационарными вследствие зависимости климатической и метеорологической зависимости от времени. Атмосферные гидродинамические процессы обуславливают изменение характеристик и типа стратификации АПС в течение суток, что приводит к локальным возмущениям ЭПА, проводимости воздуха и плотности электрического объемного заряда (ЭОЗ).

Несмотря на многолетние атмосферно-электрические наблюдения в России и за рубежом, проблема выделения глобальных эффектов по данным наземной (континентальной) сети [1-5] окончательно не решена до сих пор. В научной литературе имеются два мнения: первое – метеорологические факторы, в суточном и сезонном ходах ЭПА, а также влияния аэрозольных и радиоактивных примесей в атмосфере таковы, что на их фоне невозможно выделение глобальных вариаций. Второе – предполагает, что при наличии многолетних данных наблюдений, используя методы физико-статистического анализа, задачи о выделении глобальных и локальных возмущений могут быть решены.

В некоторых пунктах наблюдения глобальные эффекты легко выделяются (глобальная унитарная вариация ЭПА, полученная в открытом океане), а в других это сделать практически невозможно (на континентальных станциях [3–5], что объясняется более значительными аэрозольными и радиоактивными загрязнением атмосферы [3, 4]).

Однако, по нашему мнению, континентальные станции при отсутствии на них значительных загрязнений и сильных источников ионизации могут быть глобально-репрезентативными, как например, пункты, расположенные в высокогорных районах [4, 5]. Однако, в любых условиях в континентальных условиях, действует приповерхностный ЭЭ, который влияет на ЭОЗ [1, 4].

Таким образом, необходимо рассмотреть вопрос об изменчивости электрических характеристик АПС под влиянием ЭЭ.

1. Рассмотрим влияние *классического* ЭС в АПС. Анализ результатов моделирования, приведенных в работах [2, 3, 7], показывает, что значение ЭЭ на нижней и верхней границах ЭС (отношение E_0/E_∞) мало зависит от изменений значений внешнего АПС (E_∞). Однако, значения параметра $E(z)/E_\infty$ на высоте нескольких метров заметно меняется (табл. 1).

Таблица 1

E_0 (В·м ⁻¹)	-100	-200	-500
$E/E_\infty, z=1$	1,58	1,95	2,26
$E/E_\infty, z=2$	1,21	1,65	2,11
E_0/E_∞	2,22	2,33	2,43

ЭОЗ в ПСА в условиях «хорошей погоды» [3, 7] обычно положителен, а значения его плотности зависят от характеристик ЭС. Однако, в условиях отсутствия аэрозоля и сильных источников ионизации случаи появления отрицательного ЭОЗ нередки [4–7]. Это объясняется влиянием распределения ионизации воздуха по высоте, которая при высоких значениях у поверхности земли, может приводить к появлению отрицательного ЭОЗ.

В моделях классического ЭЭ проведено детальное исследование профиля функции ионизации и ее влияния на параметры ЭЭ, что позволяет объяснить механизм генерации ЭОЗ в ПСА.

Плотность ЭОЗ (ρ) и электрическая проводимость (λ) воздуха могут быть рассчитаны по формулам:

$$\rho = e(n_1 - n_2), \quad \lambda = e(b_1 n_1 - b_2 n_2), \quad (1)$$

где $n_{1,2}$ – концентрации в воздухе полярных аэроионов, $b_{1,2}$ – их подвижности, e – элементарный заряд.

Связь градиента напряженности ЭПА (E) и плотности ЭОЗ (ρ) описывается уравнением Пуассона:

$$\frac{dE}{dz} = 4\pi\rho. \quad (2)$$

Из формул (1) и (2) можно записать следующее соотношение:

$$\rho = -\frac{j}{4\pi\lambda^2} \frac{d\lambda}{dz}, \quad j = \lambda \cdot E. \quad (3)$$

Основываясь на этих уравнениях, можно получить приближенную формулу для оценки влияния аэрозольных (N) и радиоактивных частиц (K) на напряженность ЭПА [3]:

$$E(z) = 4\pi\rho(z) \frac{n_1(z) \cdot \sqrt{K}}{\sqrt{\beta N \cdot (n(z) - (q(z)/\beta N))}}. \quad (4)$$

Уравнение (4) позволяет объяснять возникновения локальных возмущений ЭПА за счет появления аэрозоля или радиоактивных частиц определённой концентрации. В условиях «хорошей погоды» ЭОЗ положителен, а масштаб его распределения определяется высотой классического ЭС [7]. Значения плотности ЭОЗ определяются, как мощностью источника ионизации, так и величиной ЭПА. Отрицательный ЭОЗ появляется при наличии тонкого слоя (несколько десятков сантиметров) повышенной ионизации вблизи поверхности земли и приводит к реверсу ЭЭ. Такой же эффект возникает при небольшой степени ионизации воздуха, но при слабых ЭПА (10-40 В/м). При усилении ЭПА или увеличении масштаба распределения функции ионизации воздуха ЭОЗ становится положительным.

При усилении ЭПА у поверхности земли значение ЭЭ (E_0/E_∞) практически не меняется, а толщина ЭС и, следовательно, масштаб распределения электрических величин увеличивается.

Наличие аэрозольных частиц в приземном воздухе приводит к образованию тяжелых ионов и, как следствие, уменьшает плотность ЭОЗ, обусловленного аэроионами. При концентрациях аэрозоля более 10^{10} м^{-3} объемный заряд, создаваемый тяжелыми ионами, играет основную роль в электрическом состоянии ПСА (табл. 2).

Таблица 2

$E_0(\text{В/м})$	$N = 10^8 \text{ м}^{-3}$		$N = 5 \cdot 10^8 \text{ м}^{-3}$		$N = 10^9 \text{ м}^{-3}$	
	-100	-500	-100	-500	-100	-500
$E/E_{\infty, z=1 \text{ м}}$	1,39	2,01	1,41	2	1,37	1,83
E/E_∞	1,11	1,87	1,14	1,85	1,12	1,69
E_0/E_∞	1,94	2,16	2,01	2,16	1,98	2

2. Рассмотрим влияние *турбулентного ЭС* в АПС. Анализ результатов моделирования турбулентного ЭС [2, 3, 8, 9], показывают высокую изменчивость его параметров под влиянием турбулентного перемешивания, которое определяется метеорологическими факторами. Показана возможность создания возмущения ЭПА в АПС, сопоставимом с унитарной вариацией, за счет изменения интенсивности турбулентного обмена [3].

При небольшой скорости ветра (до $1 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$) и сильной ионизации в тонком слое появляется отрицательный ЭОЗ, как и в случае классического ЭЭ, при этом масштаб его распределения увеличивается (до 10–15 м), а плотность уменьшается. При усилении турбулентного перемешивания или электрического поля ЭОЗ становится положительным (табл. 3).

Таблица 3

$u(\text{м} \cdot \text{с}^{-1})$	1	2	3	4	5	6
$E/E_{\infty, z=1 \text{ м}}$	1,84	2,0	2,06	2,09	2,12	2,14
$E/E_{\infty, z=2 \text{ м}}$	1,59	1,81	1,89	1,95	1,99	2,03

Электрическая структура АПС в сильном ЭПА ($E_0 \sim 500 \text{ В/м}$) характеризуется ослаблением влияния турбулентности. Высота распределения положительного ЭОЗ возрастает, ЭЭ усиливается и, в итоге, электрическая структура АПС становится похожей на классический ЭС.

В турбулентном ЭС наличие аэрозольных частиц концентрацией менее 10^9 м^{-3} , как и в случае классического ЭЭ, практически не влияет на его характеристики. При концентрациях $\sim 10^{10} \text{ м}^{-3}$ и более в слое толщиной несколько метров возникает реверс ЭЭ, что свидетельствует о появлении отрицательного ЭОЗ, создаваемого тяжелыми ионами (табл. 4).

Таблица 4

E_0 (В/м)	$N = 5 \cdot 10^8 \text{ м}^{-3}$		$N = 10^9 \text{ м}^{-3}$	
	-100	-500	-100	-500
$E/E_\infty, z = 1 \text{ м}$	1,68	1,85	1,47	1,83
$E/E_\infty, z = 2 \text{ м}$	1,54	1,3	1,37	1,73
E_0/E_∞	2,17	2,20	1,99	2,08

Обсуждение результатов. Рассмотрим вопрос о выделении на фоне локальных возмущений глобальных эффектов в приземном ЭПА. Факт, что турбулентное перемешивание в АПС происходит на всех континентальных пунктах и имеет четко выраженный суточный ход, обусловленный метеоусловиями, отражает глобальную сторону этого метеорологического процесса [9, 10]. Однако, локальные суточные колебания характеристик ЭС, связанные с ним, происходят по местному времени, что отличает его от унитарной вариации. Глобальная унитарная вариация в ЭПА проявляется одновременно на всех пунктах наблюдения вне зависимости от месторасположения или временного пояса [1, 2]. Поэтому выделение глобальной унитарной вариации в ЭПА на фоне локальных возмущений задача, решаемая методами математической статистики и корреляционного анализа, особенно при использовании данных по нескольким пунктам [4, 5]. Для эпизодических глобальных возмущений таких как, например эффект солнечной вспышки [4], необходимы детальный физический анализ события.

Заключение. Таким образом, ЭЭ, с одной стороны, определяет естественную изменчивость ЭПА вблизи поверхности земли, с другой, возмущения, происходящие вне ЭС, оказывают воздействие на его характеристики. Выделение глобальных возмущений ЭПА требует детальной информации о причинах локальной изменчивости электрических характеристик АПС, обусловленной в конечном итоге действием приповерхностного ЭЭ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Морозов В.Н. Атмосферное электричество // Атмосфера. Справочник (справочные данные, модели). – Л.: Гидрометеонздат, 1991. – С. 394-408.
2. Морозов В.Н., Куновых Г.В. Математическое моделирование глобальной атмосферной электрической цепи и электричества приземного слоя: монография. – СПб.: Астерион, 2017. – 307 с.
3. Куновых Г.В., Морозов В.Н., Шварц Я.М. Теория электродного эффекта в атмосфере. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 1998. – 123 с.
4. Куновых Г.В. Электродинамические процессы в приземном слое атмосферы. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2009. – 114 с.
5. Аджиев А.Х., Куновых Г.В. Атмосферно-электрические явления на Северном Кавказе. Таганрог. Изд-во ТРТУ, 2004. – 137 с.
6. Редин А.А., Клово А.Г., Куновых Г.В., Морозов В.Н. Генерация объемного заряда вблизи поверхности земли с учетом взаимодействия аэрозольных частиц с аэроионами // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. Спецвыпуск. Физика атмосферы. 2010. – С. 81-85.
7. Куновых Г.В., Морозов В.Н. Классический (нетурбулентный) электродный эффект в приземном слое // Известия высших учебных заведений. Сев.-Кав. регион. Естеств. науки. – 2003. – № 2. – С. 43-46.
8. Куновых Г.В., Морозов В.Н. Турбулентный электродный эффект в приземном слое // Известия высших учебных заведений. Сев.- Кав. регион. Естеств. науки. 2003. Приложение – № 3. – С. 55-62.
9. Kurovykh G.V. Negative space charge in surface layer // Proc. 10th Int. Conf. On Atmosph. Electr., Osaka. 1996. – P. 164-167.
10. Kurovykh G.V. Global variations of ionospheric potential in surface layer // Proc. 11th Int. Conf. on Atmosph. Electr. Alabama. – 1999. – P. 555-558.

Д.К. Рукшин

МОДЕЛИРОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОДНОГО СЛОЯ
В АТМОСФЕРЕ

Руководитель – д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой высшей математики
Г.В. Куповых

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Введение. В теории атмосферного электричества в зависимости от его метеорологического состояния приземного слоя атмосферы (ПСА) рассматриваются две основные модели: классический и турбулентный электродный эффект [1, 2], которые применяются для расчетов параметров образующегося у поверхности земли электродного слоя (ЭС). Подробные постановки задач моделирования приведены в работе [3]. Системы уравнений записывались и решались численным методом на основе двухпараметрической схемы с весами [4].

Классический ЭС. Рассмотрим два основных фактора, влияющих на характеристики ЭС: значения напряженности электрического поля и интенсивности ионообразования. Профиль скорости ионизации можно представить как [1, 2]

$$q(z) = q_1 + q_0 e^{-z/0,423}.$$

Выражение состоит из двух слагаемых: первое $q_1 = 7 \cdot 10^6 \text{ м}^{-3} \text{ с}^{-1}$ – вклад космических лучей, второе – действие почвенных радиоактивных эманаций. Сравним структуру ЭС при $q_0 = 4,8 \text{ см}^{-3} \text{ с}^{-1}$ и значениях $E_0 = -40 \text{ В/м}$ и $E_0 = -150 \text{ В/м}$ на нижней границе ЭС (рис. 1 а,б).

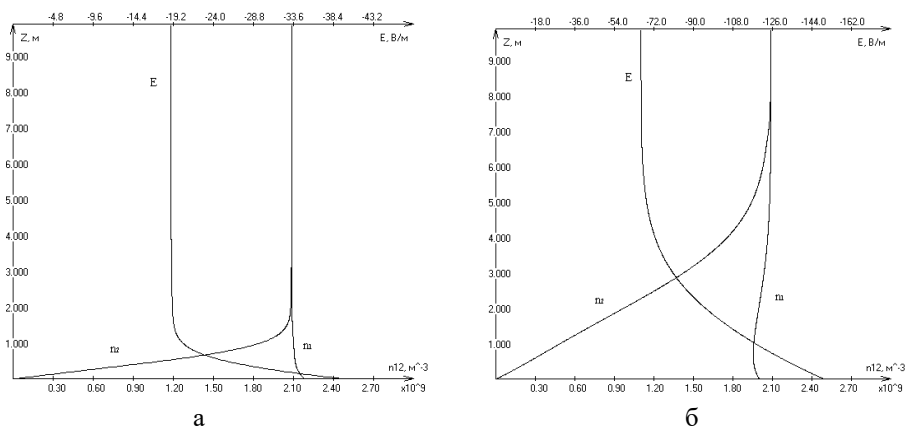


Рис. 1. Структура классического ЭС при $E_0 = -40 \text{ В/м}$ (а), $E_0 = -150 \text{ В/м}$ (б)

Усиление электрического поля в 3,5 раза приводит к незначительным уменьшениям концентрации положительных аэроионов (n_1) у поверхности.

Видно, что усиление электрического поля в 3,5 раза (при прочих равных условиях) привело лишь к незначительному (порядка 10 %) уменьшению концентрации положительных аэроионов (n_1) вблизи поверхности. Величина электродного эффекта (E_0/E_∞) возрастает на 10 процентов, а толщины электродного слоя увеличилась более чем в 2 раза.

Внутри электродного слоя чаще всего встречается положительный знак объемного заряда. Но если будут малые значения электрического поля, то будет наблюдаться инверсия знака. При $q_0 = 4,8 \text{ см}^{-3} \text{ с}^{-1}$ отрицательный объемный заряд наблюдается при $E_0 < 43 \text{ В/м}$, также исследовано влияние интенсивности ионизации воздуха на распределение электрических характеристик. Если взять одинаковые электрические поля ($E_0 = -100 \text{ В/м}$) и значения $q_0 \geq 45 \text{ см}^{-3} \text{ с}^{-1}$, это приведет к образованию в ЭС отрицательного объемного заряда.

На рис. 2 можно увидеть прямую, по которой можно определить появится ли отрицательный объемный заряд в ЭС. Если взять точку левее и выше прямой, то заряд останется положительным, а если взять правее и ниже, то гарантировано появление отрицательного заряда.

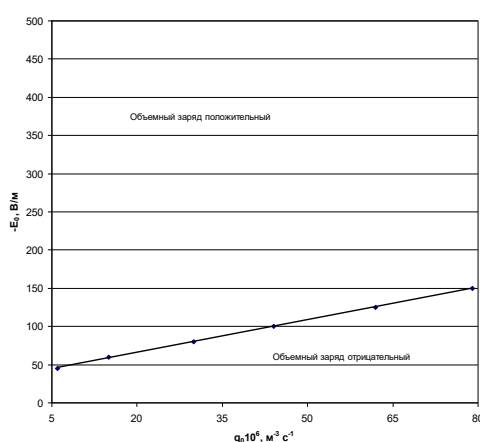


Рис. 2. Зависимость знака объемного заряда в ЭС от значений q_0 и E_0

Турбулентный ЭС. На рис. 3 представлены характеристики турбулентного ЭС при значениях $E_0 = -40 \text{ В/м}$ и $E_0 = -150 \text{ В/м}$, скорости ионизации $q_0 = 4,8 \text{ см}^{-3} \text{ с}^{-1}$ и скорости турбулентной диффузии $D_1 = 0,1 \text{ мс}^{-1}$

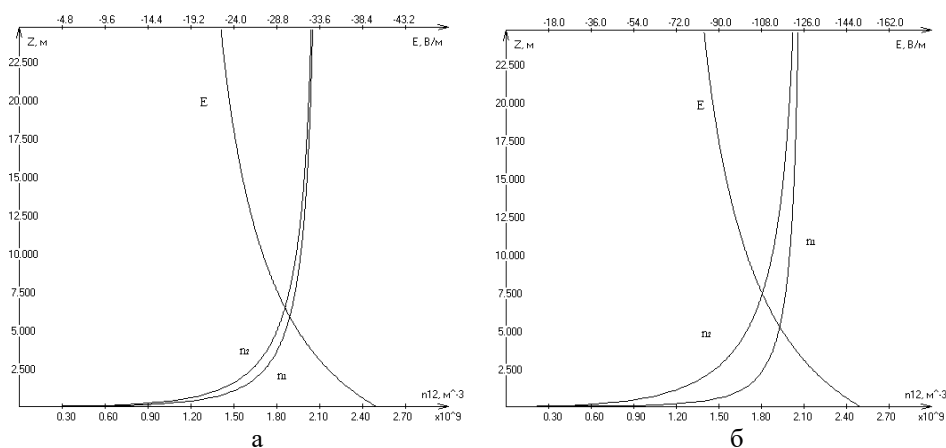


Рис. 3. Структура турбулентного ЭС при $E_0 = -40 \text{ В/м}$ (а), $E_0 = -150 \text{ В/м}$ (б)

Сравнивая рис. 3 и 4, можно представить влияние скорости ионообразования на структуру турбулентного ЭС. Четвертый график построен при $E_0 = -100 \text{ В/м}$, $D_1 = 0,1 \text{ мс}^{-1}$, $q_0 = 50 \text{ см}^{-3} \text{ с}^{-1}$.

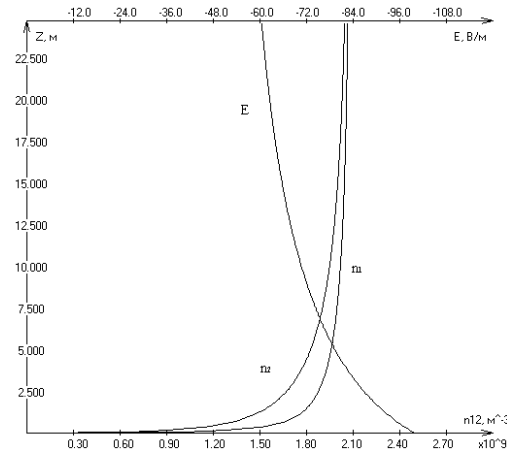


Рис. 4. Структура турбулентного электродного слоя при $q_0 = 50 \text{ см}^{-3} \text{ с}^{-1}$

Если увеличить скорость ионообразования, произойдет уменьшение величины электродного эффекта. Например, при увеличении скорости до $50 \text{ см}^{-3} \text{ с}^{-1}$ произойдет уменьшение электродного эффекта на 11 процентов.

Также было выяснено, что если произойдет турбулентное перемешивание, повлекшее за собой сужение диапазона условий, то будет наблюдаться отрицательный объемный заряд.

Если взять $D_1 = 0,02 \text{ м/с}$ и $E_0 = -40 \text{ В/м}$, то отрицательный объемный заряд появится только при $q_0 > 60 \text{ м}^{-3} \text{ с}^{-1}$.

В итоге, к разрушению отрицательного объемного заряда приводят:

1. Увеличение напряженности ЭП.
2. Уменьшение скорости ионизации.
3. Скорость турбулентного обмена.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Куповых Г.В., Морозов В.Н., Шварц Я.М.* Теория электродного эффекта в атмосфере. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 1998. – 123 с.
2. *Морозов В.Н., Куповых Г.В.* Математическое моделирование глобальной атмосферной электрической цепи и электричества приземного слоя: монография. – СПб.: Астерион, 2017. – 307 с.
3. *Ружин Д.К.* Математическое моделирование электродинамических процессов в приземной атмосфере // Сб. статей VI Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов, магистрантов и студентов «Фундаментальные и прикладные аспекты компьютерных технологий и информационной безопасности». – Таганрог, 2020. – С. 496-499.
4. *Самарский А.А., Вабищевич П.Н.* Численные методы решения задач конвекции-диффузии. – 4-е изд. – М.: ЛИБРОКОМ, 2009. – 248 с.

М.В. Токарев

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВАРИАЦИЙ АТМОСФЕРНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ В ПРИЗЕМНОМ СЛОЕ

Руководитель – к.ф.-м.н., доцент кафедры высшей математики Д.В. Тимошенко

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Введение. Для решения многих общих и специальных задач атмосферно-электрических наблюдений необходимо проведение математического моделирования электродинамических процессов, протекающих в приземном слое атмосферы (ПСА) и исследования их роли в функционировании глобальной атмосферно-электрической цепи (ГАЭЦ). При моделировании электродинамических процессов вблизи поверхности земли необходим учет действия электродного эффекта (ЭЭ) [1].

Постановка задачи. Уравнение полного электрического тока (j) в ПСА имеет вид [2]:

$$\frac{\partial E}{\partial t} + 4\pi\lambda(z)E - D_t(z, t) \frac{\partial^2 E}{\partial z^2} = 4\pi j(t). \quad (1)$$

Оно состоит из суммы тока проводимости и турбулентного тока, входящих в левую часть уравнения [3, 4], а также изменения электрического поля (E). Вариации электрического тока $j(t)$, стоящего в правой части, определяются изменениями глобальных электрических характеристик атмосферы, которые связаны с вариациями значений потенциала ионосферы, обусловленного действиями грозových токовых генераторов, а также с генераторами ионосферно-магнитосферного происхождения, поддерживающих баланс токов в ГАЭЦ.

Предположим, в уравнении для плотности полного электрического тока (1): $\lambda = const$ и $D_t = D_0 = const$. Последнее допущение соответствует условиям устойчивой стратификации (при $m = 0$) приземного слоя атмосферы. Общий вид граничных и начальных условий для уравнения (1), с соответствующей левой частью $j(t)$, может быть представлен как:

$$E|_{z \rightarrow 0} = E_0, E|_{t=0} = E(0, z), \left. \left(\frac{\partial E}{\partial t} + 4\pi\lambda E \right) \right|_{z \rightarrow \infty} = 4\pi j_0(t). \quad (2)$$

Зададим закон глобального суточного изменения тока в течение суток в виде гармонической функции:

$$j(t) = j_0(1 - \alpha \sin(\omega t)). \quad (3)$$

При значении параметра $\alpha = 0,2$ функция изменения электрического тока имеет вид волны с минимумом в 06^h UT и максимумом в 18^h UT и амплитудой 20% (отклонения от среднего значения), что достаточно хорошо согласуется с унитарной вариацией [3, 4].

1) Рассчитаем суточный ход электрического поля без учета действия ЭЭ в ПСА. При начальном условии: решением уравнения (1) с учетом (2) и (3) является выражение, полученное методом Фурье: $E|_{t=0} = \frac{j_0}{\lambda}$:

$$E(t) = \frac{j_0}{\lambda} - 0,8\pi j_0 \frac{e^{-4\pi\lambda t}}{\omega^2 + (4\pi\lambda)^2} \left(\omega + e^{4\pi\lambda t} (4\pi\lambda \sin(\omega t) - \omega \cos(\omega t)) \right). \quad (4)$$

С учетом оценки значений параметров, входящих в выражение (4), пренебрегая малыми слагаемыми, получаем следующее выражение для напряжённости электрического поля ($\omega \ll 4\pi\lambda, \lambda = 10^{-4} c^{-1}, \omega = \frac{2\pi}{T}, T = 24 \text{ ч}$):

$$E(t) = \frac{j_0}{\lambda} (1 - 0,2 \sin(\omega t)). \quad (5)$$

т.е. закон изменения электрического поля во времени на верхней границе ЭС полностью совпадает с заданной глобальной вариацией электрического тока. Полученный результат соответствует некоторому предельному случаю, когда ЭЭ у поверхности земли отсутствует.

2) Наличие классического ЭС означает, что значения электрической проводимости воздуха зависят от высоты [1]. Тогда, задав профиль электрической проводимости, где $\lambda = \lambda_0 \exp(z/l_0) l_0 \approx 3 - 5$ м – характерная толщина классического ЭС, получаем пространственно-временное распределение электрического поля в виде:

$$E(z; t) = \frac{E_0}{e^{z/l_0}} (1 - 0,2 \sin(\omega t)), E_0 = \frac{j_0}{\lambda_0}. \quad (6)$$

Ниже представлены суточные вариации электрического поля и плотности тока (в относительных единицах) на разных высотах над поверхностью земли (рис. 1), а также при различных значениях толщины классического электродного слоя (рис. 2) l_0 . Как следует из построенных кривых колебания электрического поля и тока совпадают по времени, но различаются по амплитудным значениям, что является следствием действия классического ЭЭ [1]. С увеличением высоты над поверхностью земли значения амплитуды возмущения электрического поля уменьшаются (рис. 1), а при увеличении толщины l_0 ЭС увеличиваются (рис. 2).

3) Вернемся к задаче о пространственно-временном распределении электрического поля в турбулентном ПСА вследствие вариации плотности электрического тока на его верхней границе ЭС. Тогда, выражение для напряженности электрического поля, получаемое из (1) методом Фурье будет иметь вид:

$$E(t) = E_0 - \sum_{n=1}^{\infty} \left[\left(\frac{6,4j_0(\sin(\omega t)(D\mu_n + 4\pi\lambda) - \omega \cos(\omega t) + \omega e^{-(D\mu_n + 4\pi\lambda)t})}{(2n-1)L(D\mu_n + 4\pi\lambda)^2 + \omega^2} \right) \right] \sin \frac{\pi(2n-1)}{2L} z, \quad (7)$$

$$\mu_n = \frac{\pi(2n-1)}{2L}.$$

При помощи выражения (7), построены суточные вариации электрического поля на высоте один метр над поверхностью земли при различных значениях коэффициента турбулентного перемешивания (рис. 3, 4). Значения параметров задавались следующими: $E_0 = -200$ В/м и $E_0 = -600$ В/м. $\lambda = 3 \cdot \frac{10^{-14} \text{ Ом}}{\text{м}}$; $j_0 = 10^{-12} \frac{\text{ А}}{\text{ м}^2}$; $L = 10$ м

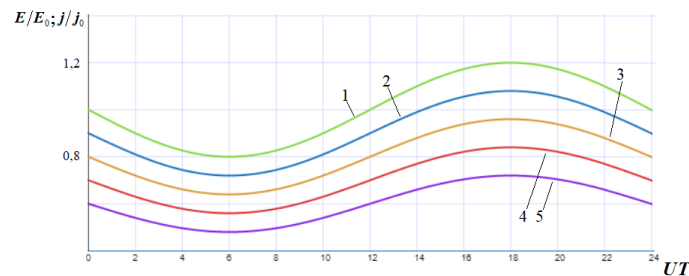


Рис. 1. Суточный ход плотности электрического тока (кривая 1) и электрического поля на различных высотах (кривые 2–5 на высоте $z = 0, 5; 1; 2; 3$ м, соответственно) в классическом ЭС

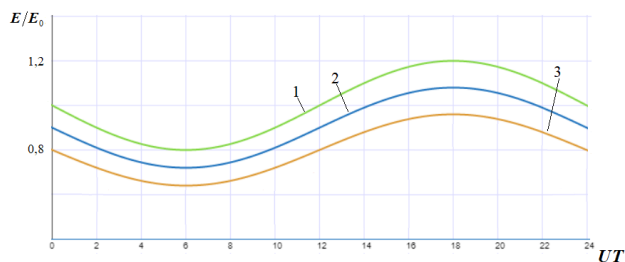


Рис. 2. Вариации электрического поля на высоте 1 м при различных значениях толщины классического ЭС (кривые: 1 – 1 м; 2 – 2 м; 3 – 5 м)

Из рисунков видно, что с увеличением значений коэффициента турбулентной диффузии происходит запаздывания по времени (на 2–3 ч) наступления утреннего минимума и вечернего максимума. Также наблюдается рост абсолютных величин амплитудных значений напряженности электрического поля относительно среднего значения 900 В/м от 20 % (кривая 1) до 40 % (кривая 3), что показывает изменения пространственно-временного распределения электрического поля в условиях турбулентного ЭЭ. Для больших значений D_0 (кривые 2, 3) возмущения электрического поля существенно превышают (на 35–40 %), значения унитарной вариации.

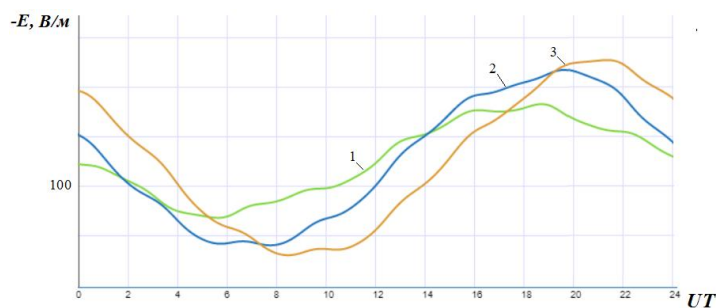


Рис. 3. Суточный ход электрического поля на высоте $z = 1$ м при значении $E_0 = -100$ В/м и разных значениях $D_0, \text{ м}^2/\text{с}$. Цена деления вертикальной шкалы составляет 50 В/м. 1 – 0,05 2 – 0,07 3 – 0,10

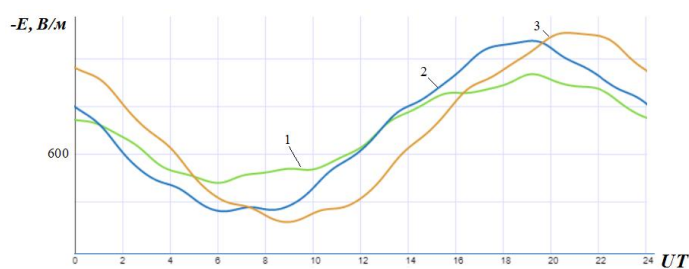


Рис. 4. Суточный ход электрического поля на высоте $z = 1$ м при значении $E_0 = -600$ В/м и разных значениях $D_0, \text{ м}^2/\text{с}$. Цена деления вертикальной шкалы составляет 300 В/м. 1 – 0,05 2 – 0,07 3 – 0,10

Заключение. Проведённое математическое моделирование унитарной вариации позволяет сделать вывод о влиянии ЭЭ не только на пространственные, но и временные характеристики электрического поля в турбулентном приземном слое. В турбулентном ЭЭ появляется сдвиг по времени на несколько часов минимума и максимума в суточном ходе электрического поля вблизи поверхности земли относительно изменений полного тока. При усилении турбулентного перемешивания это смещение усиливается и происходит рост амплитудных значений вариаций электрического поля. Увеличение напряжённости электрического поля немного уменьшает смещение максимума вследствие усиления влияния классического ЭЭ, который препятствует воздействию турбулентности. Для более точного соответствия модельных расчетов результатам экспериментальных исследований необходимо использовать более сложное представление для коэффициента турбулентного перемешивания, зависящее от времени и высоты.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Куповых Г.В., Морозов В.Н., Шварц Я.М.* Теория электродного эффекта в атмосфере. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 1998. – 123 с.
2. *Токарев М.В.* Моделирование глобальной атмосферно -электрической цепи // Сб. статей VI Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов, магистрантов и студентов «Фундаментальные и прикладные аспекты компьютерных технологий и информационной безопасности». – Таганрог, 2020. – С. 500-503.
3. *Куповых Г.В.* Электродинамические процессы в приземном слое атмосферы. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФ У, 2009. – 114 с.
4. *Морозов В.Н., Куповых Г.В.* Математическое моделирование глобальной атмосферной электрической цепи и электричества приземного слоя: монография. – СПб.: Астерион, 2017. – 307 с.

Ю.Н. Семенов

МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ КОНВЕКТИВНО-ТУРБУЛЕНТНОГО ЭЛЕКТРОДНОГО СЛОЯ

Руководитель – д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой высшей математики
Г.В. Куповых

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Введение. Электродинамическое состояние приземного слоя атмосферы (ПСА) характеризуется турбулентными и конвективным переносами ионов, а также наличием поверхностных источников ионизации [1–3]. Постановка задачи моделирования возникающего при этом электродного слоя (ЭС) подробно приведена в работе [4].

Результаты моделирования и обсуждение. Для выявления особенностей структуры ЭС при наличии турбулентного и конвективного перемешивания был проведен ряд вычислительных экспериментов с помощью разработанной численной модели на основе двухпараметрической схемы с весами [5].

Рассмотрим структуру электродного эффекта при различных значениях скорости конвективного переноса в условиях установившегося стационарного режима. Влияние конвективного переноса также можно увидеть в табл. 1–4, где приведены подробные результаты расчетов при следующих обозначениях: $n_{1,2}(z)$, $E(z)$ – значения электрических характеристик на высоте z ; $n_{1,2}(\infty)$, E_∞ – на верхней границе ЭС.

Таблица 1

Установление стационарного состояния ЭС при $v_0 = 0,1 \text{ мс}^{-1}$

$t, \text{ с}$	0	20	100	200	300	600	800	1000
E_0/E_∞	1,00	1,18	1,71	1,99	2,06	2,09	2,09	2,09
$n_1(0,5)/n_1(\infty)$	0,17	0,42	0,70	0,76	0,77	0,78	0,78	0,78
$n_1(1)/n_1(\infty)$	0,29	0,50	0,77	0,83	0,85	0,85	0,85	0,85
$n_1(2)/n_1(\infty)$	0,49	0,62	0,83	0,88	0,90	0,91	0,91	0,91
$n_2(0,5)/n_2(\infty)$	0,17	0,31	0,45	0,48	0,49	0,49	0,49	0,49
$n_2(1)/n_2(\infty)$	0,29	0,42	0,57	0,60	0,61	0,62	0,62	0,62
$n_2(2)/n_2(\infty)$	0,49	0,56	0,68	0,72	0,73	0,74	0,74	0,74
$E_0/E(0,5)$	1,00	1,02	1,05	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06
$E_0/E(1)$	1,00	1,04	1,10	1,11	1,12	1,12	1,12	1,12
$E_0/E(2)$	1,00	1,07	1,18	1,21	1,22	1,22	1,22	1,22

Таблица 2

Установление стационарного состояния ЭС при $v_0 = 0,5 \text{ мс}^{-1}$

$t, \text{ с}$	0	20	100	200	300	600	800	1000
E_0/E_∞	1,00	1,18	1,72	2,00	2,1	2,11	2,11	2,11
$n_1(0,5)/n_1(\infty)$	0,17	0,42	0,70	0,76	0,78	0,78	0,78	0,78
$n_1(1)/n_1(\infty)$	0,29	0,50	0,77	0,83	0,85	0,85	0,85	0,85
$n_1(2)/n_1(\infty)$	0,49	0,62	0,83	0,89	0,90	0,91	0,91	0,91
$n_2(0,5)/n_2(\infty)$	0,17	0,31	0,45	0,48	0,49	0,49	0,49	0,49
$n_2(1)/n_2(\infty)$	0,29	0,42	0,57	0,60	0,61	0,61	0,61	0,61
$n_2(2)/n_2(\infty)$	0,49	0,56	0,68	0,72	0,73	0,74	0,74	0,74
$E_0/E(0,5)$	1,00	1,02	1,05	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06
$E_0/E(1)$	1,00	1,04	1,10	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12
$E_0/E(2)$	1,00	1,07	1,19	1,21	1,22	1,22	1,22	1,22

Таблица 3

Установление стационарного режима ЭС при $v_0 = -0,1 \text{ мс}^{-1}$

$t, \text{ с}$	0	20	100	200	300	600	800	1000
E_0/E_∞	1,00	1,18	1,71	1,99	2,07	2,08	2,08	2,08
$n_1(0,5)/n_1(\infty)$	0,17	0,42	0,70	0,76	0,77	0,78	0,78	0,78
$n_1(1)/n_1(\infty)$	0,29	0,50	0,77	0,83	0,84	0,85	0,85	0,85
$n_1(2)/n_1(\infty)$	0,49	0,62	0,83	0,88	0,90	0,91	0,91	0,91
$n_2(0,5)/n_2(\infty)$	0,17	0,31	0,45	0,48	0,49	0,49	0,49	0,49
$n_2(1)/n_2(\infty)$	0,29	0,42	0,57	0,60	0,61	0,62	0,62	0,62
$n_2(2)/n_2(\infty)$	0,49	0,56	0,68	0,72	0,73	0,74	0,74	0,74
$E_0/E(0,5)$	1,00	1,02	1,05	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06
$E_0/E(1)$	1,00	1,04	1,10	1,11	1,12	1,12	1,12	1,12
$E_0/E(2)$	1,00	1,07	1,18	1,21	1,22	1,22	1,22	1,22

Таблица 4

Установление стационарного режима ЭС при $v_0 = -0,5 \text{ мс}^{-1}$

$t, \text{ с}$	0	20	100	200	300	600	800	1000
E_0/E_∞	1,00	1,18	1,70	1,97	2,05	2,06	2,06	2,06
$n_1(0,5)/n_1(\infty)$	0,17	0,42	0,70	0,75	0,77	0,77	0,77	0,77
$n_1(1)/n_1(\infty)$	0,29	0,50	0,77	0,83	0,84	0,85	0,85	0,85
$n_1(2)/n_1(\infty)$	0,49	0,62	0,83	0,88	0,90	0,90	0,91	0,91
$n_2(0,5)/n_2(\infty)$	0,17	0,31	0,45	0,48	0,49	0,49	0,49	0,49
$n_2(1)/n_2(\infty)$	0,29	0,42	0,57	0,60	0,61	0,62	0,62	0,62
$n_2(2)/n_2(\infty)$	0,49	0,56	0,69	0,72	0,73	0,74	0,74	0,74
$E_0/E(0,5)$	1,00	1,02	1,05	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06
$E_0/E(1)$	1,00	1,04	1,10	1,11	1,12	1,12	1,12	1,12
$E_0/E(2)$	1,00	1,07	1,18	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21

Как видно, с ростом скорости конвективного переноса с $v_0 = 0,1 \text{ мс}^{-1}$ до $v_0 = 0,5 \text{ мс}^{-1}$ растет на 1 % величина электродного эффекта (E_0/E), т.е. с 2,09 до 2,11. При этом стационарный режим наступает раньше (300с) при большом конвективном переносе. Та же тенденция наблюдается и для отрицательных значений коэффициента конвективного переноса. Так, при $v_0 = -0,1 \text{ мс}^{-1}$ значения электрод-

ного эффекта больше на 1 % по сравнению со значениями при $v_0 = -0,5 \text{ мс}^{-1}$. Следует отметить, что для всех значений конвективного переноса имеет место положительный электродный эффект.

Анализ данных табл. 1–4 показывает, что в разных условиях конвективного перемешивания, значения концентраций положительных и отрицательных аэроионов практически одинаковы. Таким образом, конвективная неустойчивость оказывает влияние на значения ЭЭ, но практически не влияет на распределение положительных и отрицательных легких ионов.

Полученные профили напряженности электрического поля (E), концентрации положительных и отрицательных аэроионов ($n_{1,2}$) при слабом ($E_0 = -40 \text{ В/м}$) и сильном ($E_0 = -150 \text{ В/м}$) на нижней границе ЭС представлены на рис. 1. При расчетах задавались значения интенсивности ионизации $q_0 = 4,8 \text{ см}^{-3} \text{ с}^{-1}$, скорости турбулентной диффузии $D_1 = 0,1 \text{ мс}^{-1}$ и скорости вертикальной составляющей конвективного переноса $v_0 = 0,01 \text{ мс}^{-1}$.

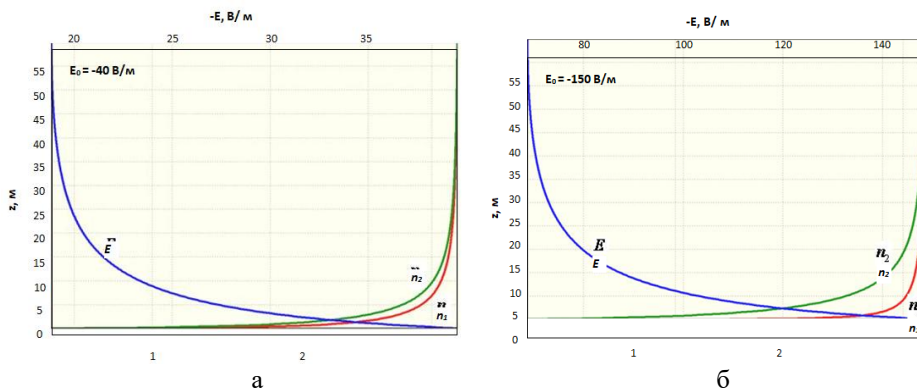


Рис. 1. Характеристики конвективно-турбулентного ЭС в сильном и слабом электрическом поле: а – $E_0 = -40 \text{ В/м}$, б – $E_0 = -150 \text{ В/м}$

Величина электродного эффекта при $E_0 = -40 \text{ В/м}$ составила 2,01, а при $E_0 = -150 \text{ В/м}$ 2% больше, т.е. 2,05. При увеличении значения напряженности электрического поля в условиях турбулентного и конвективного перемешивания увеличивается разница в профилях положительных и отрицательных аэроионов с 6 % до 28 %. Значения концентраций становятся близкими на высоте порядка 25 метров при низких значениях напряженности и порядка 40 метров при высоких.

Заключение. Исходя из этого, можно сделать вывод, что конвективный перенос, как и турбулентность, приводит к «размыванию» объемного заряда по высоте. Усиление конвективного перемешивания увеличивает масштаб распределения объемного заряда по высоте и увеличивает значения электродного эффекта вблизи поверхности земли.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Болдырев А.С., Редин А.А., Куповых Г.В., Морозов В.Н. Электродинамическая модель конвективно-неустойчивого атмосферного приземного слоя // Известия высших учебных заведений. Сев.-Кав. регион. Естественные науки. Спецвыпуск. Физика атмосферы. – 2010. – С. 23-28.
2. Kurovykh G., Redin A., Boldyreff A. Modeling of ionization-recombination processes in the atmospheric surface layer // Journal of Electrostatics 71. Elsevier B.V. – 2013. – P. 305-311.

3. *Редин А.А., Куповых Г.В., Болдырев А.С.* Электродинамическая модель конвективно-турбулентного приземного слоя атмосферы. // Известия вузов. Радиофизика. – 2013. – № 11-12. – Т. 56. – С. 820-828.
4. *Семенов Ю.Н.* Электродинамическая модель конвективно-неустойчивого атмосферного приземного слоя // Сб. статей VI Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов, магистрантов и студентов «Фундаментальные и прикладные аспекты компьютерных технологий и информационной безопасности». – Таганрог, 2020. – С. 515-518.
5. *Самарский А.А., Вабищевич П.Н.* Численные методы решения задач конвекции-диффузии. – 4-е изд. – М.: ЛИБРОКОМ, 2009. – 248 с.

А.Ю. Раткина

**ПАРАМЕТРЫ ЧИСЛЕННОЙ МОДЕЛИ РАСЧЕТА ЭВОЛЮЦИИ
ДВУМЕРНОЙ СИСТЕМЫ СВЯЗАННЫХ БЛОКОВ**

Руководитель – к.ф.м.н., доцент кафедры высшей математики А.С. Черепанцев

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Простейшей моделью возникновения наблюдаемого сейсмического режима является система блоков на прямоугольной решетке с вязкоупругой связью между отдельными элементами [1]. На блок с координатами в узлах решетки (i, j) действуют силы связи с четырьмя соседними блоками и линейно растущая упругая сила, действующая на все блоки.

Расположим начала локальных систем координат в точках положения равновесия блоков, совпадающих с узлами эквидистантной решетки. Пусть Lx, Ly – длины нерастянутых пружин связи по соответствующим осям решетки. При воздействии внешней упругой силы с коэффициентом упругости K_0 блок остается в покое до тех пор пока внешняя сила не превысит силу трения покоя и упругие силы связи с соседними блоками. При достижении критического значения F_{FR}^{max} блок смещается в новое положение равновесия на решетке. Оно определяется равенством упругих сил, действующих на элемент. Нахождение положения равновесия определяется нелинейным уравнением. Итерационный метод Ньютона применен для решения подобной задачи.

Рассмотрим блок (i, j) , потерявший равновесие и переместившийся в точку (x, y) . Зададим в системе координат (i, j) блока: $(x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3), (x_4, y_4)$ – положения связанных блоков, $Kx1, Ky1$ – параметры упругости пружин связи по двум направлениям. Тогда из условия равенства нулю суммарных сил по двум направлениям, получаем систему двух уравнений.

$$\begin{aligned}
 & -K_0 \cdot x + Kx1(x_1 + x_3 - 2x) + Ky1(x_2 + x_4 - 2y) - Kx1 \cdot Lx1 \left[\frac{x_1 - x + Lx1}{\sqrt{(x_1 - x + Lx1)^2 + (y_1 - y)^2}} + \right. \\
 & \left. + \frac{x_3 - x - Lx1}{\sqrt{(x_3 - x - Lx1)^2 + (y_3 - y)^2}} \right] - Ky1 \cdot Ly1 \cdot \left[\frac{x_2 - x}{\sqrt{(y_2 - y + Ly1)^2 + (x_2 - x)^2}} + \frac{x_4 - x}{\sqrt{(y_4 - y + Ly1)^2 + (x_4 - x)^2}} \right] = 0 \\
 & Kx1(y_1 + y_3 - 2y) + Ky1(y_2 + y_4 - 2y) - Kx1 \cdot Ly1 \cdot \left[\frac{y_1 - y}{\sqrt{(x_1 - x + Lx1)^2 + (y_1 - y)^2}} + \frac{y_3 - y}{\sqrt{(x_3 - x - Lx1)^2 + (y_3 - y)^2}} \right] - \\
 & - Ky1 \cdot Ly1 \cdot \left[\frac{y_2 - y + Ly1}{\sqrt{(y_2 - y + Ly1)^2 + (x_2 - x)^2}} + \frac{y_4 - y - Ly1}{\sqrt{(y_4 - y - Ly1)^2 + (x_4 - x)^2}} \right] = 0.
 \end{aligned}$$

Для заданной системы уравнений $G(\mathbf{z}) = 0$, если выполнены условия сходимости метода Ньютона, то итерационная последовательность:

$$\mathbf{z}^{(k+1)} = \mathbf{z}^{(k)} - [G'(\mathbf{z}^{(k)})]^{-1} G(\mathbf{z}^{(k)})$$

сходится к точному решению \mathbf{z}^* , где $\mathbf{z} = \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$.

Для исследуемой системы уравнений $G'(\mathbf{z}^{(k)})$ представляет собой производную по Фреше, задаваемую производными $\frac{\partial F_{i,j}^x}{\partial x}$, $\frac{\partial F_{i,j}^y}{\partial y}$, $\frac{\partial F_{i,j}^x}{\partial y} = \frac{\partial F_{i,j}^y}{\partial x}$ и имеющей действительные собственные значения.

Основная трудность использования метода Ньютона заключается в больших временных затратах на решетках с большим числом блоковых структур $N_B \approx 10^6$, и значительном числе временных итераций $N_I \approx 10^7 - 10^8$ при отсутствии контроля точности вычисления нового положения равновесия.

Проведем оценку точности получаемых результатов с учетом скорости сходимости модифицированного метода Ньютона и ограничений на механическую модель.

В соответствии с теоремой о локальной сходимости метода Ньютона [2], в случае дифференцируемости по Фреше функции $G(\mathbf{z})$ в некоторой открытой области $M \subseteq \mathbf{R}^n$, и выполнения условий:

- 1). $\exists \eta > 0: \|G'(\mathbf{z}) - G'(\tilde{\mathbf{z}})\| \leq \eta \|\mathbf{z} - \tilde{\mathbf{z}}\|, \quad \forall \mathbf{z}, \tilde{\mathbf{z}} \in M,$
- 2). $\exists [G'(\mathbf{z})]^{-1}$ и $\exists C > 0: \|G'(\mathbf{z})^{-1}\| \leq C, \quad \forall \mathbf{z} \in M,$

последовательность $(\mathbf{z}^{(k)})$ имеет предел $\mathbf{z}^* \in S$,

где \mathbf{z}^* – точное решение уравнения $G(\mathbf{z}) = 0$,

$$S\left(\mathbf{z}^{(0)}, r = Cp_0 \sum_{i=0}^{\infty} \nu^{2^{i-1}}\right) - \text{замкнутый шар, вложенный в } M.$$

При этом выполняется оценка скорости сходимости итераций:

$$\|\mathbf{z}^* - \mathbf{z}^{(k)}\| \leq \frac{Cp_0}{1 - \nu^{2^k}} \cdot \nu^{2^k - 1},$$

где $\nu = \frac{1}{2} \eta C^2 p_0 < 1$, $p_0 \geq \|G(\mathbf{z}^{(0)})\|$, $p_0 \geq \|G'(\mathbf{z}^{(0)})\|$.

Качество использования метода Ньютона для рассматриваемой системы оценим по сходимости первой итерации решения. Оценки констант η , C проведем в сферической норме $\|\cdot\|_2$. Для нахождения максимального модуля собственного значения $\max_{k=1,2} |\lambda_k|$ рассмотрим характеристическое уравнение. Оно является квадратным уравнением вида:

$$\lambda^2 - \left(\frac{\partial F_x}{\partial x} - \frac{\partial F_x}{\partial \tilde{x}} + \frac{\partial F_x}{\partial y} - \frac{\partial F_x}{\partial \tilde{y}} \right) \lambda + \left(\frac{\partial F_x}{\partial x} - \frac{\partial F_x}{\partial \tilde{x}} \right) \left(\frac{\partial F_x}{\partial y} - \frac{\partial F_x}{\partial \tilde{y}} \right) - \left(\frac{\partial F_x}{\partial y} - \frac{\partial F_x}{\partial \tilde{y}} \right)^2 = 0.$$

С учетом связи производных с углами отклонения от положения равновесия φ_k ($k=1\dots 4$) и расстояний между центрами блоков ρ_k ($k=1\dots 4$):

$$\begin{aligned} \frac{\partial F_x}{\partial x} - \frac{\partial F_x}{\partial \tilde{x}} + \frac{\partial F_x}{\partial y} - \frac{\partial F_x}{\partial \tilde{y}} &= Kx1 \cdot Lx1 \left[\frac{\sin^2 \varphi_1}{\rho_1} + \frac{\sin^2 \varphi_3}{\rho_3} - \frac{\sin^2 \tilde{\varphi}_1}{\tilde{\rho}_1} - \frac{\sin^2 \tilde{\varphi}_3}{\tilde{\rho}_3} \right] + \\ &+ Ky1 \cdot Ly1 \left[\frac{\cos^2 \varphi_2}{\rho_2} + \frac{\cos^2 \varphi_4}{\rho_4} - \frac{\cos^2 \tilde{\varphi}_2}{\tilde{\rho}_2} - \frac{\cos^2 \tilde{\varphi}_4}{\tilde{\rho}_4} \right] + Kx1 \cdot Lx1 \left[\frac{\cos^2 \varphi_1}{\rho_1} + \frac{\cos^2 \varphi_3}{\rho_3} - \frac{\cos^2 \tilde{\varphi}_1}{\tilde{\rho}_1} - \frac{\cos^2 \tilde{\varphi}_3}{\tilde{\rho}_3} \right] + \\ &+ Ky1 \cdot Ly1 \left[\frac{\sin^2 \varphi_2}{\rho_2} + \frac{\sin^2 \varphi_4}{\rho_4} - \frac{\sin^2 \tilde{\varphi}_2}{\tilde{\rho}_2} - \frac{\sin^2 \tilde{\varphi}_4}{\tilde{\rho}_4} \right] = \\ &= Kx1 \cdot Lx1 \left[\frac{1}{\rho_1} + \frac{1}{\rho_3} - \frac{1}{\tilde{\rho}_1} - \frac{1}{\tilde{\rho}_3} \right] + Ky1 \cdot Ly1 \left[\frac{1}{\rho_2} + \frac{1}{\rho_4} - \frac{1}{\tilde{\rho}_2} - \frac{1}{\tilde{\rho}_4} \right] \leq 2Kx1 \cdot \frac{\|z - \tilde{z}\|}{Lx1} + 2Ky1 \cdot \frac{\|z - \tilde{z}\|}{Ly1} = \\ &= 2\|z - \tilde{z}\| \left(\frac{Kx1}{Lx1} + \frac{Ky1}{Ly1} \right). \end{aligned}$$

Определим через $\Delta \frac{\partial}{\partial z_i}$ – разность производных в координатах \mathbf{z} , $\tilde{\mathbf{z}}$. В этом

случае дискриминант квадратного уравнения:

$$\begin{aligned} D^2 &= \left(\Delta \frac{\partial F_x}{\partial x} + \Delta \frac{\partial F_y}{\partial y} \right)^2 - 4 \Delta \frac{\partial F_x}{\partial x} \Delta \frac{\partial F_y}{\partial y} + 4 \left(\Delta \frac{\partial F_x}{\partial y} \right)^2 = \left(\Delta \frac{\partial F_x}{\partial x} - \Delta \frac{\partial F_y}{\partial y} \right)^2 + 4 \left(\Delta \frac{\partial F_x}{\partial y} \right)^2 = \\ &= \left[-Kx1 \cdot Lx1 \left(\frac{\cos 2\varphi_1}{\rho_1} - \frac{\cos 2\tilde{\varphi}_1}{\tilde{\rho}_1} + \frac{\cos 2\varphi_3}{\rho_3} - \frac{\cos 2\tilde{\varphi}_3}{\tilde{\rho}_3} \right) + Ky1 \cdot Ly1 \left(\frac{\cos 2\varphi_2}{\rho_2} - \frac{\cos 2\tilde{\varphi}_2}{\tilde{\rho}_2} + \frac{\cos 2\varphi_4}{\rho_4} - \frac{\cos 2\tilde{\varphi}_4}{\tilde{\rho}_4} \right) \right]^2 + \\ &+ \left[Kx1 \cdot Lx1 \left(\frac{\sin 2\varphi_1}{\rho_1} - \frac{\sin 2\tilde{\varphi}_1}{\tilde{\rho}_1} + \frac{\sin 2\varphi_3}{\rho_3} - \frac{\sin 2\tilde{\varphi}_3}{\tilde{\rho}_3} \right) + Ky1 \cdot Ly1 \left(\frac{\sin 2\varphi_2}{\rho_2} - \frac{\sin 2\tilde{\varphi}_2}{\tilde{\rho}_2} + \frac{\sin 2\varphi_4}{\rho_4} - \frac{\sin 2\tilde{\varphi}_4}{\tilde{\rho}_4} \right) \right]^2. \end{aligned}$$

В приближении малых смещений блоков $\rho_1 \approx \rho_3 \approx \tilde{\rho}_1 \approx \tilde{\rho}_3 \approx Lx1$, $\rho_2 \approx \rho_4 \approx \tilde{\rho}_2 \approx \tilde{\rho}_4 \approx Ly1$. и для дискриминанта справедливо:

$$\begin{aligned} D^2 &< 4 \left[-\frac{Kx1}{Lx1} \cdot (x_1 - \tilde{x}_1 + x_3 - \tilde{x}_3) + \frac{Ky1}{Ly1} \cdot (x_2 - \tilde{x}_2 + x_4 - \tilde{x}_4) \right]^2 + \\ &4 \left[\frac{Kx1}{Lx1} \cdot (y_1 - \tilde{y}_1 + y_3 - \tilde{y}_3) + \frac{Ky1}{Ly1} \cdot (y_2 - \tilde{y}_2 + y_4 - \tilde{y}_4) \right]^2 < 32 \cdot \|z - \tilde{z}\|^2 \cdot \left[\frac{Kx1}{Lx1} + \frac{Ky1}{Ly1} \right]^2. \end{aligned}$$

Тогда для оценки $\|G'(\mathbf{z}) - G'(\tilde{\mathbf{z}})\|$ справедливо:

$$\|G'(\mathbf{z}) - G'(\tilde{\mathbf{z}})\| < (1 + 2\sqrt{2}) \left(\frac{Kx1}{Lx1} + \frac{Ky1}{Ly1} \right) \|z - \tilde{z}\|,$$

где $\eta = (1 + 2\sqrt{2}) \left(\frac{Kx1}{Lx1} + \frac{Ky1}{Ly1} \right)$.

Величина константы C получается из оценки собственных значений обратной матрицы Якоби:

$$\|G'(\mathbf{z})^{-1}\| = \frac{1}{|\det G'(\mathbf{z})|} \left\| \begin{array}{cc} \frac{\partial F_y}{\partial y} & -\frac{\partial F_x}{\partial y} \\ -\frac{\partial F_x}{\partial y} & \frac{\partial F_x}{\partial x} \end{array} \right\|.$$

Учтем, выражения для производных:

$$\begin{aligned}\frac{\partial F_x}{\partial x} + \frac{\partial F_y}{\partial y} &= -K0 - 4 \cdot Kx1 - 4 \cdot Ky1 + Kx1 \cdot Lx1 \left(\frac{1}{\rho_1} + \frac{1}{\rho_3} \right) + Ky1 \cdot Ly1 \left(\frac{1}{\rho_2} + \frac{1}{\rho_4} \right), \\ \frac{\partial F_x}{\partial x} - \frac{\partial F_y}{\partial y} &= -K0 - Kx1 \cdot Lx1 \left(\frac{\cos 2\varphi_1}{\rho_1} + \frac{\cos 2\varphi_3}{\rho_3} \right) + Ky1 \cdot Ly1 \left(\frac{\cos 2\varphi_2}{\rho_2} + \frac{\cos 2\varphi_4}{\rho_4} \right) \\ 2 \frac{\partial F_x}{\partial y} &= Kx1 \cdot Lx1 \left(\frac{\sin 2\varphi_1}{\rho_1} + \frac{\sin 2\varphi_3}{\rho_3} \right) + Ky1 \cdot Ly1 \left(\frac{\sin 2\varphi_2}{\rho_2} + \frac{\sin 2\varphi_4}{\rho_4} \right),\end{aligned}$$

а также справедливость оценок:

$$|\det G'(\mathbf{z})| = \frac{\partial F_x}{\partial x} \frac{\partial F_y}{\partial y} - \left(\frac{\partial F_x}{\partial y} \right)^2 \approx 2 \cdot Ky1 \cdot (K0 + 2 \cdot Kx1)$$

$$\left\| \begin{array}{cc} \frac{\partial F_y}{\partial y} & -\frac{\partial F_x}{\partial y} \\ -\frac{\partial F_x}{\partial y} & \frac{\partial F_x}{\partial x} \end{array} \right\| \leq K0 + 2 \cdot Kx1 + 2 \cdot Ky1 + |K0 + 2\sqrt{2} \cdot Kx1 - 2 \cdot Ky1|$$

Тогда справедливо: $\|G'(\mathbf{z})^{-1}\| < C$,

где $C = \frac{1}{2 \cdot Ky1} + \frac{1}{K0 + 2 \cdot Kx1} + \frac{|K0 + 2\sqrt{2} \cdot Kx1 - 2 \cdot Ky1|}{2 \cdot Ky1 \cdot (K0 + 2 \cdot Kx1)}$.

В заключении учтем, что в рассматриваемой модели максимально возможная сила, действующая на блок определяется F_{FR}^{\max} :

$$p_0 = F_{FR}^{\max}.$$

Тогда получаем результат проведенных расчетов:

1. Условие сходимости итераций к точному решению:

$$\nu = \left(\frac{1}{2} + \sqrt{2} \right) \left(\frac{Kx1}{Lx1} + \frac{Ky1}{Ly1} \right) \left[\frac{1}{2 \cdot Ky1} + \frac{1}{K0 + 2 \cdot Kx1} + \frac{|K0 + 2\sqrt{2} \cdot Kx1 - 2 \cdot Ky1|}{2 \cdot Ky1 \cdot (K0 + 2 \cdot Kx1)} \right]^2 F_{mp}^{\max} < 1.$$

2. Величина погрешности решения $\mathbf{z}^{(1)}$:

$$\|\mathbf{z}^* - \mathbf{z}^{(1)}\| \leq \frac{Cp_0}{1 - \nu^2} \cdot \nu.$$

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Burridge R., Knopoff L.* Model and theoretical seismicity. *BSSA* 57, 341-371, 1967.
2. *Ортега Дж., Рейнболдт В.* Итерационные методы решения нелинейных систем уравнений со многими неизвестными. – М.: Мир, 1975.

Секция 6. ГУМАНИТАРНЫЕ АСПЕКТЫ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Информационно-психологическая безопасность личности, общества и государства

Ю.П. Солодовникова

ПЕРФЕКЦИОНИЗМ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ОБРАЗ ТЕЛА У ЖЕНЩИН

Руководитель – к. психол. н., доцент кафедры психологии и безопасности жизнедеятельности О.Н. Истратова

Южный федеральный университет, г. Таганрог

В условиях современного постоянно прогрессирующего общества происходят изменения базовых личностных характеристик человека. К одной из таких характеристик относится стремление к самосовершенству. К сожалению, идеал, который человек формирует в процессе жизни, не является исключительно положительной моделью, ведь он складывается из множества образов, которые впитываются в процессе жизни. Этот образ отчасти является продуктом влияния на нас социальной среды, в том числе СМИ и интернет-ресурсов. Социокультурное давление, осуществляемое с их помощью, определяют как агрессивное воздействие, поскольку эталоны, транслируемые в массы, не достижимы для многих людей, что приводит к переживанию сильнейшего когнитивно-аффективного диссонанса [4].

По определению С.Л. Братченко и М.Р. Мироновой признание себя и безусловная любовь к себе определяется отношением к себе такому, какой я есть, отношение к себе как к личности, достойной уважения и способной делать самостоятельный выбор, доверие собственной природе, организму. Через наше тело мы создаем проекцию в обществе своего внутреннего содержания. При отсутствии принятия себя, как первого этапа, сложно говорить о принятии своих внутренних качествах и чертах характера. Принятие себя не означает, что не нужно работать над собой и стремиться самосовершенствоваться. Принять – значит адекватно к себе относиться, без резкой, эмоциональной, негативной критики. Сформированный в нашем сознании идеал того, как мы должны выглядеть не учитывает возраста, генетически заложенных форм тела и различных изменений, происходящих в процессе жизни. Позиция людей с негативным образом тела состоит в том, что для того, чтобы полюбить свое тело, нужно его изменить.

Так же зачастую индивид сталкивается с тем заблуждением, что внешний облик, который соответствует принятым в настоящее время идеалам красоты, является маркером успешной обеспеченной жизни, а привлекательная внешность приравнивается к достижениям. Такие "нездоровые" культы успеха и достижений, силы и конкурентности, характерные для современной культуры, отечественные исследователи А.Б. Холмогорова и Н.Г. Гараян назвали «эффектом обратного действия сверхценной установки», согласно которому культ успеха и достижений при его завышенной значимости приводит к депрессивной пассивности, ощущению беспомощности и тревожному избеганию [3].

В этом случае у людей возникает внутренний конфликт, характеризующийся несоответствием идеального образа и реального. Под «физическим перфекционизмом» вслед за А.Б. Холмогоровой мы имеем ввиду систему представлений и установок личности, связанных с внешностью, стремление соответствовать высоким стандартам красоты. Описывают перфекционистов как «людей, которые хотят быть совершенными во всех аспектах своей жизни» [6].

Высокий уровень перфекционизма связан с болезненным восприятием критики внешности человека окружающими. Перфекционизм является дисфункциональной чертой личности, которая связана с достаточно широким кругом неблагоприятных последствий, в том числе адаптивными (могут служить симптомами тревожным и депрессивных расстройств) и поведенческими (неадаптивными копинг-стратегиями, сложностях в выстраивании эффективных коммуникаций, прокрастинацией). Ряд клинических и психологических исследований представляет перфекционизм как психопатологическое явление.

Неудовлетворенность своей внешностью может вызвать устойчивое долгосрочное отрицательное отношение к своему внешнему облику. Обеспокоенность своей внешностью ведет к появлению тревожности, так называемой "диспозиционной сосредоточенностью на внешности", которая сопровождается боязнью вызвать негативное отношение у окружающих при несоответствии принятым стандартам красоты. Множественные исследования демонстрируют тесную связь между негативным восприятием собственной внешности и широким спектром физических и психических проблем, включая нарушения пищевого поведения, ожирение, дисморфофобическое расстройство, низкую самооценку, депрессию и суицидальную готовность [9].

Несмотря на то, что внешность людей служит отражением внутреннего здоровья и сигнализирует о том, что стоит обратить внимание на внутренние процессы, происходящие с организмом. Это говорит о вполне здоровой реакции на изменения, многие в погоне за идеализированным образом вовлечены в деятельность по коррекции и готовы сознательно наносить вред, изнурять себя диетами и тяжелыми тренировками, прибегнуть к опасным операциям и сомнительным косметологическим процедурам с высоким риском негативных осложнений.

Российские авторы В.А. Ясная и С.Н. Ениколопов полагают, что «нормальный перфекционист – это тот, кто устанавливает для себя жесткие стандарты, но при этом не педантичен и отличается гибкостью, может приспособливать свои стандарты к существующей ситуации, т.е. более адаптивен по сравнению с невротическим перфекционистом, устанавливающим для себя завышенные стандарты и не оставляющим себе возможность допускать ошибки» [8]. При этом до сих пор в научных кругах нет однозначного мнения о существовании здоровых форм перфекционизма, и даже несмотря на первый взгляд положительных проявлений Я-направленного перфекционизма, такая характеристика личностных черт может быть платформой для такого явления, как суицидальность.

В своей работе мы хотим уделить внимание такой проблеме, как исследование уровней и типов перфекционизма и их влияние на ощущение и принятие своего тела. Особого внимания требует категория социально-предписанного перфекционизма, при котором мотивацией к достижению совершенства являются не внутренние, а внешние социальные факторы.

Будут применены следующие методики: трехфакторный опросник перфекционизма [2], предназначенный для выявления перфекционизма и определения его структуры. С его помощью мы планируем выявить уровни направленности озабоченности оценками со стороны других и сравнение себя с ними, негативного селективного и фиксации на своих несовершенствах и высоких стандартов и тре-

бований к себе. Также будет использован многокомпонентный опросник отношения к собственному телу (MBSRQ) для оценки внешности, ориентации на внешность, оценки физической формы, ориентации на физическую форму, ориентации на здоровье, ориентации на болезнь. Шкала ориентация на внешность определяет, насколько много внимания человек уделяет своей внешности, проводит ли различные ухаживающие процедуры. Шкала оценки внешности определяет, насколько человек чувствует себя привлекательным/непривлекательным, степень удовлетворения своим внешним видом. Дополнительные субшкалы помогают создать более полную картину внутреннего отношения к себе. Также в нашем исследовании мы будем применять опросник BIQLI, изучающий влияние образа тела на качество жизни, направленный на количественную оценку влияния образа тела на многогранные аспекты психосоциальной деятельности и благополучия в повседневной жизни. С его помощью мы можем определить отношение к собственному телу в различных контекстных ситуациях, например, когда женщина смотрит на показания весов, когда нужно общаться с привлекательными людьми, заниматься сексом, смотреть на себя в зеркало. Из различных жизненных ситуаций, мы можем вычленивать мотивное, оценочное отношение респондента к своему образу, это в свою очередь запускает механизм установочных и регулятивных психологических процессов. Также опросник позволяет выявить различные социальные контексты, которые могут быть источником стресса для респондентов с негативным отношением к своему телу.

Выборка для исследования будет состоять из женщин 25–40 лет, так как эта категория обусловлена большей эмоциональной устойчивостью в отличие от подростков. Но, тем не менее, большинство оперативных вмешательств приходится как раз на эту возрастную группу, что говорит об актуальности подобного исследования. Применение этих методик позволят выявить корреляцию между уровнями перфекционизма и влиянием его на удовлетворение своим образом телом, являющимся составной частью Я-концепции. Главным образом нас интересуют так называемые группы риска с повышенным уровнем перфекционизма, которые могут дать более полную картину не только касаясь возможных спортивных аддикций и постоянного желания преобразований собственного образа тела, но и общая картина внутренних переживаний человека, насколько с данными показателями женщины способны ощущать удовлетворение от жизни в различных сферах. Активное стремление изменить свой внешний вид может быть продиктовано желанием преодолеть внутренние переживания дискомфорта и за счет создания физической привлекательности, облегчить социальное взаимодействие, обрести уверенность себе. Также проведенное исследование позволит сделать вывод о влиянии низких уровней на мотивационную сферу, насколько индивид способен достигать поставленных целей и как это влияет на его жизнь.

Применение полученных результатов позволит внедрить полученные данные в психокоррекционную работу с людьми, подверженными расстройствам тревожного и депрессивного характера.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Братченко С.Л., Миронова М.Р. Личностный рост и его критерии // Психологические проблемы самореализации личности. – СПб., 1997.
2. Гараян Н.Г., Холмогорова А.Б. Факторная структура и психометрические показатели опросника перфекционизма: Разработка трехфакторной версии // Консультативная психология и психотерапия. – 2018. – Т. 26, № 3. – С. 8-32.
3. Гараян Н.Г., Холмогорова А.Б. Эмоциональные расстройства и современная культура: на примере соматоформных, депрессивных и тревожных расстройств // Московский психотерапевтический журнал. – 1999. – № 2.

4. *Грачева И.И.* Уровень перфекционизма и содержание идеалов личности: автореф. дис. ... канд. психол. наук. – М.: ИП РАН, 2006.
5. *Парамонова, В.В.* Феномен телесного перфекционизма как социокультурная патология// Культурно-историческая психология. – 2009. – № 3. – С. 34-41.
6. *Сохань И.В.* Производство женской телесности в современном массовом обществе: культ худобы и тирания стройности // Женщина в российском обществе. – 2014. – № 2. – С. 68-77.
7. *Тарханова М.П., Холмогорова А.Б.* Социальные и психологические факторы физического перфекционизма и неудовлетворенности своим телом // Психологическая наука и образование. – № 5.
8. *Ясная В.А., Николопов С.Н.* Перфекционизм: история изучения и современное состояние проблемы // Вопросы психологии. – 2007. – № 7. – С. 25-47.

А.Н. Селина

КРИЗИС ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО СТАНОВЛЕНИЯ СТУДЕНТОВ-МЕДИКОВ

Руководитель – к. психол. н., доцент кафедры психологии и безопасности жизнедеятельности О.Н. Истратова

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Сегодня проблема кризиса профессионального становления врача является одной из самых актуальных, что обусловлено ежегодным дефицитом специалистов в медицинских учреждениях нашей страны, несмотря на то, что число выпусков медицинских ВУЗов не снижается, а даже увеличивается.

Требования к профессии врача возрастают. В условиях пандемии медицинские работники подвергаются тяжелому испытанию, которое требует от них стойкости, высокой профессиональной мотивации, работоспособности. Уже на этапе обучения в медицинском университете студентам-медикам старших курсов за последний год пришлось досрочно продемонстрировать свои навыки и готовность помогать людям в тяжелых условиях, которые представляли опасность для них самих. Таким образом, появляется еще более острая необходимость в исследованиях особенностей кризиса профессионального становления у студентов-медиков, чтобы актуализировать знания о его влиянии на учебную активность и готовность к профессиональной деятельности, в том числе и в экстремальных условиях.

Изменение схемы набора абитуриентов в медицинский ВУЗ, мнение родителей, одностороннее представление о медицине зачастую становятся причинами ошибочного выбора профессии врача и формирования кризиса профессионального становления специалиста. Практически в любой деятельности, в том числе и в учебно-профессиональной, человек может в разные периоды столкнуться с кризисом. Это является переломным моментом для личности, последствия могут быть и положительными, и отрицательными [1, 3].

Многие выпускники школы поступают в медицинский ВУЗ, руководствуясь сложившимся у них «идеалом врача», но потом в процессе приходит осознание, что их способности и возможности не соответствуют требованиям, предъявляемым к студентам-медикам. Подобную ситуацию можно обозначить, как несовпадение профессиональных ожиданий и реальной действительности, а это является одной из психологических особенностей кризиса профессионального становления (классификация Э.Ф. Зеера). У студентов старших курсов это часто проявляется в снижении мотивации, изменении профессиональной идентичности и появлении признаков эмоционального выгорания [3]. Это может приводить к низкой учебной активности, к отчислению, низкой готовности к профессиональной деятельности врача или вообще отказу от данной профессии даже после получения диплома.

Учебно-профессиональная деятельность – это те условия, в которых развивается профессионализм будущего специалиста. Но невозможно отделить понятие деятельности от личности. Так как личность, с одной стороны, формируется и развивается в деятельности, с другой – сама деятельность зависит от уровня развития личности, в частности, мотивационно-личностной сферы, в основе которой лежит ценностно-энергетический компонент [1].

Подготовка специалистов основана на знаниях о характере движущих сил и детерминант профессиональной деятельности. Они могут быть представлены, как объективные и как субъективные. К первым относятся непосредственно особенности профессиональной деятельности, ко вторым – мотивация, интересы, профессиональная идентичность, эмоциональный профиль [2].

Учебно-профессиональная мотивация характеризуется сложной структурой, связанной с уровнем интеллектуального развития личности и характером учебной деятельности, во многом определяет уровень успеваемости студентов и их общую профессиональную направленность.

Профессиональная идентичность характеризует, насколько человек соотносит свое «Я» с выбранной профессиональной позицией. Безусловно, во многом успешность профессиональной идентификации зависит от исходной социально-личностной позиции. Однако, в частности, для будущего врача важны также психологические возможности, способности к обучению и усвоению большого объема информации [1, 5].

Эмоциональное выгорание – одна из ключевых характеристик кризиса профессионального становления. С одной стороны, это приобретенный стереотип эмоционального поведения, который защищает человека и позволяет дозированно тратить свои энергетические ресурсы. С другой, состояние «выгорания» может приводить к снижению активности профессионально-учебной деятельности, так как блекнет эмоциональная заинтересованность в последней [4].

Понятие профессионального становления личности многогранно и включает в себя учебно-профессиональную мотивацию, формирование профессиональной идентичности и самоопределение в профессиональной деятельности. Общепринятой периодизации этого процесса нет, но нередко используют стадии, выделенные К.М. Левитаном: подготовительная – выбор профессии; начальная – формирование начальных свойств личности профессионала и освоение базовых навыков; основная – послеузовская. [6] Э.Ф. Зеер выделяет 6 стадий, детализируя периоды обучения и уровни профессиональной подготовки, что позволяет углубляться в понимание природы кризисов в зависимости от времени возникновения [3].

Для каждого этапа профессионального становления характерны свои особенности, причины возникновения кризиса. На первом курсе – это кризис адаптации к новым условиям обучения. Отсутствие школьного контроля, иная подача информации, требование к ответственности и самоконтролю зачастую приводит к мнимой «свободе».

Далее можно выделить кризис профессионального выбора, характерный для середины обучения. В этот период студенты могут ощущать неудовлетворенность отдельными дисциплинами или в целом направленность профессиональной подготовки. Этот факт для некоторых становится причиной снижения интереса и учебно-профессиональной мотивации.

И, наконец, кризис выхода из образовательного учреждения, который характерен для студентов последних курсов. В данный период у будущих специалистов повышается уровень эмоциональной тревожности, отмечается снижение всех видов самооценки из-за страха перед итоговой аттестацией и перед необходимостью принимать самостоятельные решения в самоопределении [4].

Профессиональное становление во многом зависит от учебной активности студента. Именно она характеризует устойчивость учебной мотивации, осознанность в приобретении знаний и овладении профессиональными навыками. Учебную активность рассматривают также с позиции характеристики личности, как показатель целенаправленности и стремления к самосовершенствованию в образовательных условиях. В свою очередь, личностная направленность определяет ресурсный потенциал когнитивной активности и становится определяющей в формировании мотивационной осмысленности деятельности человека [7].

Знания об основных аспектах профессионального становления, понимание высокой значимости учебной активности, а также современное положение здравоохранения приводит нас к необходимости изучения проблемы кризисов, которые могут возникать в процессе обучения будущих врачей.

Предметом нашего исследования является содержание кризиса профессионального становления студентов-медиков с разной учебной активностью. Для реализации цели разрабатываются методики, позволяющие исследовать образ врача, который к старшим курсам уже имеет четкие характеристики; определить осознанность требований к выбранной профессии; уровень соотношения Я-концепции с будущей профессией; характеристики учебной мотивации и эмоционального профиля в период высокого риска развития кризиса.

Гипотезой нашей исследовательской работы является наличие взаимосвязи в особенностях кризиса профессионального становления с учебной активностью студентов-медиков 5 курса. Результаты исследования позволят расширить знания в области профессионального становления врача.

Практической значимостью исследования особенностей кризиса профессионального становления будущего врача станет возможность разработать необходимые психолого-педагогические рекомендации для оптимизации образовательного процесса, сопровождения студентов-медиков в кризисные периоды, стимуляции учебно-профессиональной мотивации, формировании и укреплении значимых для данной профессии личностных качеств. Психологическая поддержка в наше время необходима каждому человеку и в особенности тем, на которых возлагается ответственность за жизнь и здоровье других людей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Фельдман И.Л.* Особенности профессионального становления студента-медика // Известия тульского государственного университета. Гуманитарные науки. – 2011. – № 1. – С. 404-412.
2. *Литвинцева С.А., Литвинцева Г.А.* Сравнительная характеристика формирования мотиваций студентов стоматологического и лечебного факультетов на стадии начального этапа профессионального развития // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки. – 2018. – № 2. – С. 246-252.
3. *Сарычева Ю.В., Курусь И.А., Пономаренко И.В. и др.* Особенности мотивационной направленности, профессиональной идентичности, эмоционального выгорания в кризисе профессионального становления у студентов 4 курса // Казанский педагогический журнал. – 2019. – № 4. – С. 132-136.
4. *Калашникова О.В.* Кризисы профессионального развития в условиях профессиональной подготовки // Universum: Психология и образование: электрон. научн. журн. – 2017. – № 11 (41). – URL: <http://7universum.com/ru/psy/archive/item/5206>.
5. *Денисова О.В.* Становление профессиональной идентичности студента-медика в образовательном процессе вуза: автореферат дис. ... к.псих.н.: 19.00.07. – Екатеринбург, 2008. – 26 с
6. *Левитан К.М.* Личность педагога: становление и развитие. – Саратов, 1991. – 187 с.
7. *Левина М.М.* Учебная активность студента как фактор развития личности // Сибирский педагогический журнал. – 2004. – № 1. – С. 113-118.

В.Г. Байчук

**СПЕЦИФИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ИНТЕРНЕТ-
АКТИВНОСТИ ПОДРОСТКОВ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ
СУБЪЕКТИВНОГО ОЩУЩЕНИЯ ОДИНОЧЕСТВА**

Руководитель – к. психол. н., доцент кафедры психологии и безопасности жизнедеятельности О.Н. Истратова

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Психологическое здоровье человека и его социально-психологическое благополучие неразрывно связано с тем опытом, который он получает в период взросления. Значительной особенностью на этом этапе, во время детства и юности, является ощущение одиночества, что подтверждается исследованиями, указывающими на возникновение данного состояния на относительно ранних этапах онтогенеза. При этом одиночество рассматривается исследователями в качестве специфической формы само-восприятия. Оно может являться острой формой самосознания, которая отражает распад реальной системы отношений и связей внутреннего мира личности [5], а также особенности формирующейся новой модели общения. Общение в подростковом возрасте играет особую роль и способствует реализации ряда задач, необходимых в этот период развития человека. В их числе усвоение статусов и ролей, отработки коммуникативных навыков и стилей. В то же время, это специфический вид эмоционального контакта, способствующий осознанию групповой принадлежности, автономии и эмоциональному благополучию [1]. В настоящее время все эти процессы в значительной степени сместились в виртуальное пространство. Специфика общения в подростковом возрасте, возможный его дефицит и связанное с этим переживание одиночества, в настоящее время происходит на фоне стремительного развития онлайн-коммуникаций.

Между тем в рамках феноменологического подхода считается, что основной причиной одиночества является расхождение между присущими сознанию «чистыми» образцами общения и межличностных отношений и реальным состоянием индивидуальной сетки общения [1]. В результате человек начинает переживать свою «неправильность», оторванность от других. Технический прогресс предоставил возможность избежать этого ощущения оторванности с помощью погружения в виртуальную среду. Попытки скорректировать реальное состояние собственного круга общения и привести его в соответствие с желаемым идеальным предпринимаются подростками в сети Интернет.

Лавинообразный рост интернет-активности подтверждает Всероссийский центр изучения общественного мнения (ВЦИОМ), представивший данные о том, как, по мнению россиян, социальные сети влияют на подростков. Согласно опросам ВЦИОМ, подавляющее большинство подростков (98%) отметили, что пользуются интернетом ежедневно, кроме того 89% заходят в социальные сети практически каждый день [2].

При теоретическом анализе проблемы было выявлено, что особенности поведения подростков в сети Интернет достаточно активно исследуются. Значительная научная работа в этой сфере проводится кафедрой психологии личности факультета психологии МГУ им. М.В. Ломоносова. По определению профессора Галины Солдатовой, в настоящее время происходит «экспериментирование детей с цифровыми устройствами в многоаспектной и насыщенной информационной среде» [6]. «Они участники практически неконтролируемого эксперимента по адаптации к стремительно развивающемуся информационному обществу, и они находят свои

способы защиты от информационных перегрузок и возможностей компенсации ограниченности когнитивных ресурсов в многозадачной реальности», – констатирует Г. Солдатов [6].

В своей работе мы намерены уделить более пристальное внимание особенностям интернет-активности подростков с различным уровнем субъективного одиночества. В исследовании, которое планируется в апреле 2021 года, примут участие 90 подростков – учащихся 8-х классов школ Таганрога. Исследование на данную тему сопряжено с определенными трудностями. Ключевыми из них являются невозможность получения абсолютно точной и объективной информации о специфике интернет-потребления подростками-участниками выборки вкупе с практически постоянным многозадачным использованием интернет-коммуникаций, что является нормой для современного пользователя. Из этого следует, что возможность определить «чистое» время, затрачиваемое на ту или иную активность в сети (к примеру, общение с другом, прослушивание музыки или получение информации, необходимой для выполнения учебных задач) отсутствует.

В своей работе мы используем анкету, разработанную на кафедре психологии личности факультета психологии МГУ им. М.В. Ломоносова под руководством Галины Солдатовой. При этом в данный инструментарий внесены изменения, необходимые в связи со спецификой нашего исследования и позволяющие получить данные о взаимосвязи определённых моделей интернет-активности и уровня субъективного ощущения одиночества у участников выборки [3]. В частности, подросткам предлагается ответить на такой вопрос, как «Считаешь ли ты, что без доступа к сети интернет ты будешь чувствовать себя одиноким?». Ещё один вопрос анкеты позволяет выяснить оценку подростками эффективности интернет-коммуникации как способа снизить ощущение одиночества: «В реальной жизни каждый может почувствовать себя одиноким – может ли в этом случае общение в сети помочь снизить это ощущение?»

При применении метода контрастных групп для определения принадлежности к крайним значениям будет использована шкала субъективного ощущения одиночества Дэвида Расселла – тест-опросник, предназначенный для определения уровня одиночества и социальной изоляции человека, адаптированный для русскоязычных пользователей. Кроме того, в нашем исследовании используются методики А. В. Гришиной «Тест-опросник степени увлеченности младших подростков компьютерными играми» и Тончевой А.В. «Опросник на киберкоммуникативную зависимость». Применение этих опросников имеет особое значение в контексте выявления возможной и предполагаемой взаимосвязи между субъективным переживанием одиночества и интенсивностью активности коммуникаций в сети. В случае её возрастания результаты, полученные с помощью данных инструментов, позволят сделать выводы о степени риска возникновения у подростков интернет-зависимости в подобной ситуации.

Общая гипотеза исследования формулируется следующим образом: у подростков с высоким уровнем субъективного ощущения одиночества преобладает интернет-активность, связанная с использованием различных мессенджеров и повышенным количеством виртуальных контактов. В этой связи важное значение в сопоставлении с прочими данными будут иметь ответы, например, на такой вопрос как: «если в результате технического сбоя твои контакты в смартфоне будут утрачены, и представится возможность восстановить только пятеро из них, контакты каких людей ты восстановишь?».

В числе важных параметров, характеризующих качество онлайн-коммуникаций, будут выделены и проанализированы:

- ◆ количество постоянных контактов (общение с которыми происходит ежедневно) и эпизодических и соотношение между ними;
- ◆ доля негативного общения, вызывающего отрицательные эмоции, в общем объеме коммуникации;
- ◆ соотношение контактов, утрата которых будет безболезненной и критической, и ряд других параметров, необходимых для получения подтверждения выдвинутой гипотезы.

Как отмечается во многих исследованиях, одиночество может являться негативным эмоциональным переживанием, разрушительным образом влияющим на личность [1]. В случае определения особенностей интернет-активности подростков с различным уровнем субъективного одиночества, может появиться инструмент воздействия на это состояние с помощью корректировки специфики данной активности. Таким образом, наше исследование способно иметь практическое значение в связи с дефицитом у преподавателей и родителей научно-обоснованного опыта психологической поддержки подростков в режиме значительной интернет-активности и высокой психологической нагрузки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Забабурин О.С.* Особенности одиночества в подростковом возрасте // Ученые записки ОГУ. Серия: Гуманитарные и социальные науки. – 2018. – № 1 (78). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-odinochestva-v-podrostkovom-voztaste> (дата обращения: 22.03.2021).
2. «Подросток в социальной сети: норма жизни – или сигнал опасности?». // Сайт Всероссийского центра изучения общественного мнения (ВЦИОМ). – URL: <https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/podrostok-v-soczialnoj-seti-norma-zhizni-ili-signal-opasnosti-> (дата обращения: 05.01.2021).
3. *Сирота Н.А., Московченко Д.В., Ялтонский В.М., Ялтонская А.В.* Разработка русскоязычной версии опросника проблемного использования. – URL: <https://cyberpsy.ru/tests/russian-version-questionnaire-for-problematic-use-of-social-networks/> (дата обращения: 05.01.2021).
4. *Сапогова Е.Е.* Психология развития человека: учеб. пособие. – Аспект Пресс, 2005.
5. *Скорова О.И.* Психологические аспекты одиночества. – М., 2008.
6. «Психолог Галина Солдатова: Именно дети и подростки идут в фарватере процесса цифровой трансформации общества» // Информационный портал фонда «Русский мир». – URL: <https://russkiymir.ru/publications/270257/> (дата обращения: 05.01.2021).

А.А. Хренова

ЭМОЦИОНАЛЬНОЕ БЛАГОПОЛУЧИЕ ПОДРОСТКОВ С РАЗНОЙ САМООЦЕНКОЙ

Руководитель – к. психол. н., доцент кафедры психологии и безопасности жизнедеятельности О.Н. Истратова

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Психологическая безопасность личности в современном мире играет огромную роль. С каждым годом она подвергается всё новым угрозам: с течением времени и изменением ориентиров и новых форм психологического взаимодействия появляются новые стрессогенные факторы. Со сменой поколений и изменением социокультурных норм и парадигм появляется угроза деформации духовно-нравственной, экономической, культурной и психологической общности [2].

Особую, наиболее уязвимую группу в этом плане составляют подростки. В контексте данной статьи именно подростки выступают главным объектом психологической безопасности. У современных подростков множество стрессогенных

факторов, но, несомненно, именно эмоциональная сфера и субъективные переживания можно по праву считать основными факторами, влияющими на психологическую безопасность подростков [1].

Если рассматривать психологическую безопасность индивида как совокупность элементов, её составляющих, то одним из самых значимых компонентов можно считать самооценку, так как именно она определяет формирование и сохранение благоприятных условий для социокультурного развития и воспроизводства. Так как современные подростки относятся к поколению Z, то одной из отличительных особенностей этого поколения можно считать так называемую его цифровизацию. Современных подростков трудно представить без гаджетов и интернета, так как огромную часть информации они поглощают именно из Сети, которая становится не только источником контента и развлечений, но и непосредственно оказывает влияние на формирование личности, поведения, самоидентификации, самооценки и мышления подростка [3].

Так называемое клиповое восприятие информации способствует формированию специфического типа сознания. Обилие разнообразного контента, новые кумиры также непосредственно влияют на самовосприятие и самооценку подростка. В подростковом возрасте ведущая деятельность – интимно-личностное общение со сверстниками, а его вектор и характер определяет самооценка подростка. Также немаловажным компонентом психологической безопасности является психологическое благополучие, которое зависит от самооценки и эмоционального благополучия.

Для измерения уровня самооценки, психических состояний и удовлетворённости жизнью современных подростков были использованы методики Дембо-Рубинштейн [6], опросник Айзенка [4] и «Шкала удовлетворённости жизнью» [5]. Выборка состоит из учащихся 13–17 лет г. Таганрога. Всего участие в исследовании приняло 68 человек. Респонденты были разделены на группы по уровню общей самооценки. После распределения процентное соотношение групп можно представить таким образом: с низкой самооценкой – 8,8 %, со средней – 14,7 %, с высокой – 44,1 % и с очень высокой – 32,3 %. Таким образом, самая большая группа – респонденты с высокой общей самооценкой по результатам методики Дембо-Рубинштейн. Все респонденты оценили себя по таким показателям, как здоровье, характер, интеллект, авторитет у сверстников, внешность, уверенность в себе. Наглядно результаты отражены на рис. 1.

На гистограмме указаны средние показатели различных составляющих самооценки в разных группах респондентов.

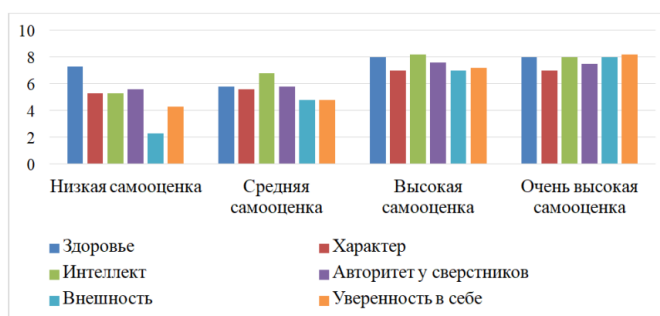


Рис. 1. Результаты диагностики самооценки по методике Дембо-Рубинштейн

Для изучения эмоционального благополучия была проведена диагностика по методике Айзенка, результаты которой приведены на рис. 2.

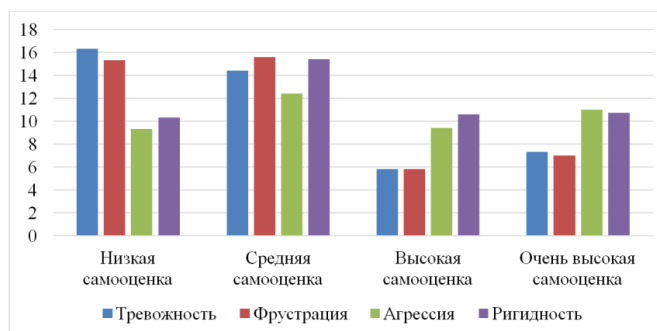


Рис. 2. Результаты опросника Айзенка

Как можно увидеть, группа подростков с самыми низкими показателями самооценки ниже всего оценивают свою внешность и уверенность в себе. Однако, своё здоровье они оценивают гораздо выше, чем другие показатели. По результатам опросника Айзенка (рис. 2) был выявлен средний уровень агрессии и ригидности и завышенный – фрустрации и тревожности, а у группы со средней самооценкой был средний уровень тревожности и агрессии и завышенный фрустрации и ригидности. Следовательно, с ростом самооценки отмечается понижение уровня тревожности и повышение уровня ригидности. Из этого можно сделать предположение о том, что низкая самооценка может быть прямо связана с тревожностью в группах с низкой и средней самооценкой.

Похожая картина и с группой подростков с показателями средней самооценки, хотя у них оценка внешности и уверенности в себе выше, чем в группе с низкой самооценкой. Как и в группе с низкой самооценкой, это связано с тем, что внешность и уверенность в себе такую большую роль для подростка играют именно из-за того, что этими качествами обусловлена ведущая деятельность подростка – интимно-личностное общение со сверстниками. Также подростки из этой группы выше оценивают и свой интеллект по сравнению с предыдущей группой, что тоже не может не сказываться на общей самооценке. Однако, в данной группе выше уровни агрессии и ригидности, чем в группе с низкой самооценкой.

В группе с высокой самооценкой выше, чем в предыдущих группах показатели оценки уровня своей внешности и уверенности в себе. В целом, все показатели выше, чем в группах с низкой и средней самооценкой. При том можно отметить достаточную гармоничность профиля самооценки по разным качествам.

В группе с очень высокой самооценкой внешность и уверенность в себе ещё выше, чем в предыдущих группах, однако свой интеллект респонденты оценивают немного ниже, чем группа с высокой самооценкой. Это может говорить о том, что респонденты неадекватно себя оценивают: например, слишком высоко оценить свою внешность и очень низко характер. Следует отметить, что в данной группе встречались респонденты, оценившие себя в целом на 10 баллов, при этом разные качества оценивались с большим разбросом: от 1 до 10. Такие показатели свидетельствуют о дисгармонии в самовосприятии.

В группах с высокой и очень высокой самооценкой отмечаются низкие уровни тревожности и фрустрации и средние уровни агрессии и ригидности. Однако в группе с очень высокой самооценкой все показатели выше, чем в группе с высокой самооценкой. Такие противоречивые результаты дают ответы каждого отдельно взятого респондента: во многих случаях наблюдается большой диапазон показателей шкал, как в методике Дембо-Рубинштейн, так и по результатам опроса Айзенка. Это даёт повод предположить, что в группе с очень высокой

самооценкой есть подростки с дисгармоничной самооценкой и эмоциональной сферой. Такая картина типична для подростков в состоянии поиска себя, а, возможно, и бунта и протеста.

Менее противоречивые результаты были выявлены в измерении удовлетворённости жизнью. У групп с высокой и очень высокой самооценкой удовлетворённость жизнью выше, чем в группах с низкой и средней самооценкой, однако, в группе со средней самооценкой этот уровень несколько ниже, чем в группе с низкой самооценкой. Это может быть связано с уровнями агрессии и ригидности, которые также выше в этой группе.

Резюмируя, можно сделать вывод о том, что от уровня самооценки может прямо или косвенно зависеть уровень тревожности, фрустрации, агрессии и удовлетворённости жизнью. За исключением противоречивых показателей, с ростом самооценки падают уровни тревожности, фрустрации, агрессии и ригидности и растёт удовлетворённость жизнью. Однако, очень высокая самооценка может являться показателем противоречий личности подростка.

Перспективой исследования является расширение выборки и статистическая проверка полученных результатов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Атабекян Л.Е.* Психологическая безопасность и адаптация молодежи // *European research*. – 2018. – № 1 (35). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/psihologicheskaya-bezopasnost-i-adaptatsiya-molodezhi>.
2. *Зайчикова И.В., Пацакула И.И., Хачикян Е.И.* К вопросу об угрозах психологической безопасности // *Russian Journal of Education and Psychology*. – 2018. – № 1-2. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-ob-ugrozah-psihologicheskoy-bezopasnosti>.
3. *Зверева Е.А.* Особенности медиапотребления "поколения у" и "поколения z" // *Социально-гуманитарные знания*. – 2018. – № 8. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-mediapotrebleniya-pokoleniya-u-i-pokoleniya-z>.
4. *Овчарова Р.В.* Практическая психология образования: учеб. пособие для студ. психол. фак. университетов. – Издательский центр «Академия», 2003. – 448 с.
5. *Осин Е.Н., Леонтьев Д.А.* Апробация русскоязычных версий двух шкал экспресс-оценки субъективного благополучия // *Матер. III Всероссийского социологического конгресса*. – М.: Институт социологии РАН, Российское общество социологов, 2008.
6. *Прихожан А.М.* Применение методов прямого оценивания в работе школьного психолога // *Научно-методические основы использования в школьной психологической службе конкретных психодиагностических методик: Сб. научн. тр. / редкол.: И.В. Дубровина (отв.ред.) и др.* – М.: Изд. АПН СССР, 1988. – С. 110-128.

И.Г. Гринченко

РАННИЕ ДЕТСКИЕ ОТНОШЕНИЯ БОЛЬНЫХ КОЖНЫМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ НА ПРИМЕРЕ ПСОРИАЗА: ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

Руководитель – к. психол. н., доцент кафедры психологии и безопасности и жизнедеятельности Л.В. Восковская

Южный Федеральный Университет, г. Таганрог

Проблема психосоматического генеза кожных болезней давно является перспективным направлением в исследованиях как врачей, так и практикующих психологов, при этом многие авторы указывают на роль ранних объективных отношений больных в формировании и развитии психосоматических заболеваний дерма-

тологического профиля. Роль ранних отношений матери с ребенком, их характер, принципиальная важность физического и эмоционального присутствия матери неоднократно раскрывалась и исследовалась. Но с точки зрения влияния этих отношений на формирование предпосылок и в дальнейшем возникновения тех или иных дерматологических заболеваний психосоматического характера, в частности псориаза, роль ранних объектных отношений рассматривается очень редко. Современных исследований и публикаций по этой проблематике катастрофически мало. В то время как псориаз считается дерматологическим заболеванием с неизвестной этиологией.

Психоаналитики британской и американской школы, составляющие на данный момент золотой фонд современной теории объектных отношений (М. Малер, М. Кляйн, Д. Уинникот, В.Р.Д. Фейрберн, Г. Гантрип, Дж. Боулби и др.) отмечают, что характер ранних объектных отношений ребенка с родителями (в основном, с матерью) в возрасте до 3 лет имеет огромное влияние на формирование базового доверия к миру и чувства безопасности, а также на характер симбиоза и дальнейшую реакцию на сепарацию.

В частности, переход от стадии к стадии в процессе психологического развития и формирование психической структуры ребенка происходит за счет потребности в отношениях со значимым взрослым и особенностей этих отношений (М.Кляйн, Р. Фэйрберн, Д. Уинникот, Г. Гантрип, М. Балинт) [6].

Еще Фрейд указывал на то, что фактическая утрата близкого человека ведет к рассогласованию в самости [9]. Фейрберн и Гантрип указывали на разный характер восприятия младенцев стиля материнского ухода. В случае неблагоприятного, с точки зрения младенца, ухода у того, в силу защитного механизма реактивного образования, формируется бесчувственная оболочка, которую в дальнейшем психоаналитики связывали с психосоматическим образованием кожных болезней в будущем [4].

Джон Боулби, изучающий потребность младенца в заботе создал теорию привязанности. Боулби показал, что отношения с матерью, в их социальном аспекте, а не только как способ удовлетворения физиологических нужд, необходимы младенцу для выживания. Также, Боулби говорит о базовой безопасности и о том, что базовая модель небезопасной привязанности может сформироваться в следствии неэмпатичных, непоследовательных реакций воспитателя на страх и протест младенца. Боулби выявил то, что проблемы привязанности и потери (сепарация, утрата родителя) имеют важнейшее значение, а особенности их разрешения предопределяет развитие психопатологии [2].

М. Малер, в своей широко известной книге «Психологическое рождение человеческого младенца. Симбиоз и индивидуация», созданной на основе лонгитюдного изучения группы диад «мать-дитя» и верификации последовательности четырех субфаз в процессе сепарации-индивидуации, выделяет ключевым фактором эмпатичное присутствие матери, ее эмоциональную доступность, постоянную физическую доступность, особенно на ранних периодах развития (симбиотических этап, до 4-5 месяцев: возможность ребенку видеть лицо матери, глазной контакт, что формирует социальную улыбку, говорящую о том, что переход нас стадию удовлетворяющих потребности объектных отношений произошел успешно, что сформировалась базовая почва для дальнейших нормальных межличностных отношений, базовое доверие; а также в кризисные моменты, такие как период воссоединения и кризис воссоединения (до 2,5 лет). Для ребенка на стадии сепарации-индивидуации каждый новый шаг в сторону прогресса несет в себе хотя бы минимальную угрозу потери объекта [3].

По мнению исследователей психосоматики кожных заболеваний (Д. Анзье, Х. Ульник, Р. Хамер, Ж. Рено, Р. Шпиц, Э. Бик, Д. Розенфельд), в будущем, проблемы, связанные с чувством базового доверия, самоидентичностью, телесными границами, сепарацией могут стать причиной психосоматических заболеваний дерматологического профиля. Например, в новой германской медицине Р. Хамера причиной появления псориаза считается конфликт разделения. Псориаз поражает эпидермис, а клеточная ткань последнего относится к эктодерме, которая, отвечает за взаимодействие с окружающей средой. Здесь псориаз рассматривается как результат специальной биологической программы, включающейся в процессе отреагирования на конфликт, связанный с расставанием и сепарацией [5].

В свою очередь, уже в работах Фрейда болезни кожи рассматриваются как результат изменений в нормальной работе психики человека [8]. Особенное внимание Фрейд уделял связи кожи и бессознательного в своих работах «Толкование сновидений» и «Тотем и табу». Различные явления кожных процессов Фрейд рассматривает через связь между прикосновением и переживанием контакта как утраты защитного барьера от стимулов, также переживанием сепарации как утраты общей со значимым другим кожи. Также, как считает Фрейд, кожа является одновременно и барьером, и приемником стимула, поэтому она источник конфликтов. Если контакт отсутствует или чрезмерен, тогда он может ощущаться как болезненный или смертельный. Вследствие этого, вполне вероятно, будет формироваться бесчувственная оболочка или бесстрастное поведение с тенденцией к избеганию стимулов, развивающихся как реактивное образование [9]. Здесь есть связь с исследованиями в области ранних объектных отношений, когда учитывается важность баланса силы заботы матери к ребенку, для того, чтобы была достаточность контакта, но не чрезмерность. Также, Фрейдом и рядом других психоаналитиков активно изучалась защитная функция кожи. Для многих больных кожными заболеваниями характерно чувство «незащищенности», что порождает реакцию, которая способствует формированию нового защитного слоя, формирование избыточной защитной оболочки.

Стоит уделить во внимание взгляды французского психоаналитика Дидье Анзье и его понятие «Я-кожа». Это понятие возникло из-за того, что кожа, посредством физических стимулов, снабжает психический аппарат представлениями, которые и составляют Эго и его основные функции. Анзье, в результате своих исследований, приходит к выводу, что пациенты с кожными заболеваниями сохраняют ранние и повторяющиеся противоречивые переживания, чрезмерные привязанности, а также резкие и непредсказуемые сепарации. Изучая ранние взаимоотношения с матерью и феномен сепарации, Анзье выделяет чувство базового доверия и связывает его с контактом с материнским телом, выражающим влечение привязанности. Лишь с принятием базового доверия в качестве отправной точки, может быть достигнута необходимая сепарация от матери [1]. Об этом же говорят исследователи ранних объектных отношений, представленные выше. Анзье утверждает, что человек, не прошедший этап базового доверия и, в дальнейшем, попадающий в ситуации эмоционального недоверия, может обнаруживать такую реакцию кожи как, например, псориаз.

В свою очередь, Роберто Фернандес считает, что есть две материнские функции, которые могут быть эквиваленты функциям кожи: защиты и признания. Обе эти функции играют принципиально важную роль и при нездоровой реализации, приводят к структурным изменениям в Эго ребенка, а также могут привести к болезням кожи [4].

Продолжая анализировать работы психоаналитиков на тему материнского контакта в младенчестве, обратимся к книге Рене Шпица о первом годе жизни ребенка. Там он связал младенческую экзему с «маскируемой тревогой материнской враждебности». Говоря о реакции кожи ребенка, Шпиц задается вопросом, не является ли реакция ребенка требованием, чтобы мать к нему прикасалась [7].

Рассматривала кожные заболевания через призму ранних объектных отношений и Эстер Бик, в статье «Восприятие кожи в ранних объектных отношениях». Она предложила термин «вторая кожа» и связала с ним функции ограничения, поддержки, интеграции и формирования внутреннего и внешнего пространства [10].

Современный психоаналитик, исследователь в области психосоматики дерматологических заболеваний, Хорхе Ульник, на основе клинического опыта работы с пациентами больными псориазом отмечает, что обострение заболевания происходит, как правило, после значимых ключевых эпизодов, среди которых сепарации – из-за развода, миграции или смерти близких – занимают очень важное место [4].

На основе вышеперечисленных взглядов, в опоре на эту теоретическую и методологическую базу, была выведена гипотеза о том, что ранние детские отношения с матерью больных псориазом будут обладать отличительными особенностями, по сравнению со здоровыми испытуемыми. Предположительно, это следующие особенности: частичная или полная эмоциональная недоступность матери; особенности периода развития ребенка от 1 до 5 месяцев; чрезмерная забота, неэмпатичный способ взаимодействия матери с ребенком; резкие сепарационные ситуации, хирургические вмешательства, особенности развития, специфические факты биографии в возрасте до 3,5 лет. Для проверки данной гипотезы на данном этапе исследования были разработаны ретроспективное интервью, направлено на изучение как воспоминаний об особенностях ранних детских отношений с матерью, так и фактов биографии больных псориазом, авторская анкета на сбор анамнеза относительно характера и течения псориаза, а также подобраны стандартизированные методики, в частности методика Дж Янга на изучение ранних дезадаптационных схем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Анзье Дидье*. Я-кожа. – Ижевск: ERGO, 2011.
2. *Боулбли Джон*. Создание и разрешение эмоциональных связей: Руководство практического психолога: пер. с англ. В.В. Старовойтова. – 2-е изд. – М.: Изд-во «Канон+» РООИ «Реабилитация», 2020. – 272 с.
3. *Малер М., Пайн Ф., Бергман А.* Психологическое рождение человеческого младенца: Симбиоз и индивидуация. – М.: Когито-Центр, 2011. – 413 с.
4. *Ульник Х.К.* Кожа в психоанализе. – М.: Когито-Центр, 2017.
5. *Хамер Р.* Научная карта Германской Новой Медицины. – М.: Белые альвы, 2012. – 164 с.
6. *Шарфф Дж. С., Шарфф Д.Э.* Основы теории объектных отношений. – М.: Когито-Центр, 2009.
7. *Шниц Р.А.* Психоанализ раннего детского возраста. – М.: ПЕР СЭ, 2001.
8. *Фрейд З.* Введение в психоанализ. – Питер, 498 с.
9. *Фрейд З.* Тотем и табу // *Собрание сочинений в 10 т. Т. 9. Вопросы общества. Происхождение религии.* – М.: ООО «Фирма СТД», 2008.
10. *Bick E.* The experience of the skin in early object relations // *International Journal of Psychoanalysis.* – 1968. – Vol. 49. – P. 558-566.

О.В. Чернышов

**УСЛОВИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УЧЕБНОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ОНЛАЙН-ФОРМАТЕ**

Руководитель – к. психол. н. О.Н. Истратова

Южный федеральный университет, г. Таганрог

В минувшем году все учебные заведения столкнулись с вызовом, продиктованным распространением новой коронавирусной инфекции – переходом на дистанционный формат обучения. В связи с тем, что переход был организован в сжатые сроки, как того требовала ситуация, отсутствовало необходимое время на анализ и переподготовку учебных планов под новый формат. Профессорско-преподавательский состав был вынужден адаптироваться к новым условиям, что в свою очередь вызывало не мало затруднений. В связи с этим резко изменились показатели успеваемости и усвоения академического материалов среди обучающихся высшей школы.

По мнению специалистов Российского государственного профессионально-педагогического университета [1] среди трудностей, возникших при изменении формата обучения основными, можно выделить следующие группы:

- ◆ Социально-психологические.
- ◆ Экономические.
- ◆ Технологические.
- ◆ Собственно психологические.

По результатам проведенного анализа статьи были выявлены следующие факторы, влияющие на процесс обучения и сформулированы рекомендации для профессорско-преподавательского состава [2] по организации работы со студентами в период онлайн обучения. Результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

Факторы обучения и рекомендации по их реализации в онлайн-обучении

Факторы	Рекомендации
Целеполагание	Сформировать у обучающихся представление о предмете изучения и его роли в освоении дальнейшей профессии, таким образом, чтобы перенаправить и удержать внимание студента в период проведения дистанционного занятия. А также мотивировать к самостоятельному освоению дисциплины.
Учащиеся воспринимают материал по-разному	Обеспечить мульти вариативность в подаче учебного материала для обеспечения визуального и аудиального сопровождения презентации, а также рекомендуется преподавателям использование веб-камер.
Изучение и запоминание большого объема информации	Деление информации на отдельные образовательные блоки, обеспечить между ними логическую связь. Предоставлять интерактивные мнемодарты для иллюстрирования и лучшего усвоения основных моментов. Останавливаться на наиболее значимых участках материалах и возвращаться к ним в конце занятия.
Поддержание внимания учащихся	Сформировать разнообразие видов предоставляемой информации для обеспечения удержания внимания (презентации, видео и т.д.)

Необходимость в лабораторных опытах	Проведение лабораторных опытов в онлайн-лабораториях.
Изучение примеров	Иллюстрация изученного материала примерами из жизни, либо академическими образцами.
Потребность в практике	Проведение практических упражнений и занятий в режиме онлайн, когда обучающийся в реальном времени получает комментарий и оценки своих действий на симуляции реального аппарата.

Данные рекомендации были сформулированы на основании анализе портрета современного студента. Научно-техническая революция и всеобщая цифровизация привели к тому, что нынешнее поколение обучающихся не может сконцентрировать внимание на одном процессе более 15 минут, тогда как поддержание параллельности выполнения нескольких задач все более развивается [3]. Исходя из этого можно заключить, что лишь сохранение должного уровня мотивирования студентов к освоению программы, тем более в период дистанционного обучения, может способствовать успешному выполнению образовательных планов. В связи с тем, что в большинстве случаев влияние преподавателя минимизировано стоит сделать акцент на выработке самодисциплины, как основного двигателя к выполнению поставленных задач.

Данное утверждение подтверждает работа Хэлворсона Хайди «Психология мотивации», где рассмотрено влияние самодисциплины на успешное выполнение поставленных задач [4].

Для выявления условий повышения эффективности учебной деятельности в онлайн-формате был сделан упор на существующую мотивационную картину и социальную активность студентов старших курсов Южного Федерального Университета. Анкету прошло 60 человек в феврале 2021 года. Данные показатели были определены при помощи проведения анкетирования, разработанного доктором психологических наук Пономаревой М.Г. Результаты, представленные в гистограмме (рисунок 1), позволяют судить об основных факторах, влияющих на образовательный процесс. Анкета разработана таким образом, что вопросы, представленные в ней, имеют сходные варианты ответа, что позволяет оценить внедрение дистанционных технологий универсальной методикой с разных аспектов.

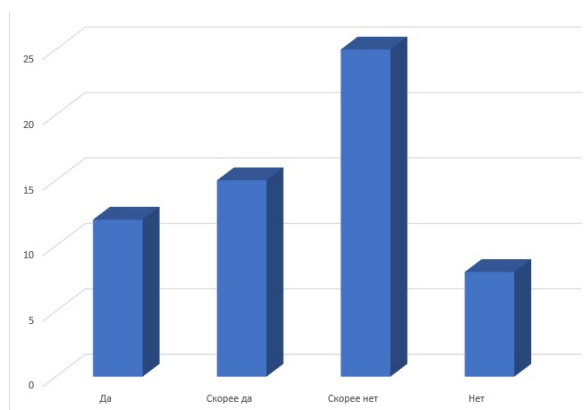


Рис. 1. Результаты анкеты отношения к обучению и социальной активности в период дистанционного обучения

Подробные результаты анкетирования представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты анкетирования

Аспект рассмотрения	Пример вопроса	Результаты анкеты (%)
Социальная психология	Как ты думаешь формирует ли дистанционное обучение способности успешно функционировать в обществе	Положительно 36 Отрицательно 64
	По твоему мнению формирует ли дистанционное обучение твои коммуникативные способности	Положительно 21 Отрицательно 79
	Формирует ли дистанционное обучение умение сотрудничать	Положительно 28 Отрицательно 72
Психология восприятия	Легко ли тебе настроиться на занятие в условиях дистанционного обучения	Положительно 28 Отрицательно 72
	Интересно ли тебе во время занятий	Положительно 27 Отрицательно 73
	Легко ли ты преодолеваешь трудности сосредоточения на учебном материале в условиях дистанционного обучения	Положительно 25 Отрицательно 75
Самомотивация	Влияет ли дистанционное обучение на повышение твоей учебной активности	Положительно 31 Отрицательно 69
	Формирует ли дистанционное обучение твою активную жизненную позицию	Положительно 22 Отрицательно 78
	Как ты думаешь формирует ли дистанционное обучение способности к самообучению	Положительно 41 Отрицательно 59

Из результатов анкетирования видно, что наиболее частым ответом среди студентов стал «скорее нет», а соотношение положительных и отрицательных ответов неравномерно, то есть респонденты на положительные утверждения о дистанционном обучении отвечают скорее отрицательно. Что свидетельствует о неудовлетворённости студентов при организации обучения в дистанционном формате. Данные результаты так же позволяют судить о снижении самомотивации среди респондентов.

Таким образом, для повышения эффективности учебной деятельности в онлайн-формате необходимо поддержание заинтересованности студентов в освоении учебных материалов, а также обеспечение своевременного выделения проблем обучающихся и их оперативного решения. При полном переходе образовательной деятельности в режим онлайн, рекомендациями для преподавателей могут служить еженедельное проведение краткого анкетирования студентов с целью выявления их удовлетворённости организацией учебного процесса и поддержание обратной связи. Совокупность данных факторов поможет поддерживать обучение в дистанционном формате на высоком уровне.

Данная статья проводит анализ с точки зрения преподавательского состава, в дальнейшем исследовании планируется рассмотреть данную проблематику с точки зрения самомотивации студентов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лейбина А.В., Шукурян Г.А. Способы повышения эффективности онлайн-образования (обзор зарубежных исследований) // Современная зарубежная психология. – 2020. – Т. 9, № 3. – С. 21-33. – Doi: <https://doi.org/10.17759/jmfp.20200900302>.
2. Царев В.И. Преимущества дистанционного обучения // Высшее образование в России. – 2000. – № 4.
3. Якушенко Т.В. Проблема социализации и ДО // Труды СГУ. – М.: СГУ, 2002. – Вып. 46.
4. Хайди Грант Хэлворсон, Тори Хиггинс. Психология мотивации: Как глубинные установки влияют на наши желания и поступки: пер. с англ. Марии Мацковской. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2014. – 270 с.

С.С. Завада

**ВНУТРИГРУППОВЫЕ ОТНОШЕНИЯ СТУДЕНТОВ, ПРОЖИВАЮЩИХ
В ОБЩЕЖИТИИ: ОЦЕНКА ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ СОВМЕСТИМОСТИ**

Руководитель – к. психол. н., доцент кафедры психологии и безопасности жизнедеятельности Т.В. Эксакусто

Южный федеральный университет, г. Таганрог

При выборе высшего учебного заведения абитуриентом учитывается множество факторов: наличие желаемой специальности, военной кафедры, общежития, социального пакета и др. Но мало кто задумывается, что весомую часть студенческой жизни определяют взаимоотношения с соседями по комнате. Неблагоприятный климат внутри такой группы может негативно сказаться на освоении учебного процесса, а также становлении и формировании личности в целом. Тогда как установление позитивных отношений, наоборот, может способствовать качественному и продуктивному развитию. Проблема заключается в том, что в процессе заселения никак не контролируется совместимость, общность интересов, культурные и конфессиональные особенности, особенности воспитания и т.п. студентов-первокурсников. На основе немногочисленных исследований можно заключить, что в общежитиях вузов возникает ряд типичных конфликтов, связанных с случайным распределением студентов: конфликты на основании различий в индивидуально-личностных особенностях, на основании низкой аттракции; конфликты на основе различий в интересах, мотивации, целях, ценностных ориентациях; конфликты на основе различий режимов дня, мешающих учебному процессу; конфликты на основе различий в соблюдении санитарных норм и гигиены и т.п. [1]. Таким образом, очевидна актуальность изучения отношений, складывающихся у студентов-соседей по комнате в общежитии и особенностей их совместимости.

Традиционно в социальной психологии под межличностными отношениями понимают такой вид взаимосвязей с окружающими людьми, который как правило, отражает внутренний мир человека, передает его эмоции и настроения [2]. Выделяют несколько видов межличностных отношений. В контексте данной статьи стоит обратить внимание на взаимоотношения в малой группе – это субъективные связи, возникающие в результате взаимодействия ее членов и сопровождаемые разнообразными психоэмоциональными переживаниями индивидов, в них участвующих [2].

В основе психологической совместимости лежит целый спектр индивидуально-психологических качеств индивидов, из которых состоит группа [3]. Для проведения анализа совместимости внутри комнат студенческого общежития можно использовать следующие критерии:

- ◆ физиологические: половозрастные и др.;
- ◆ психофизиологические: различие темпераментов и биологических потребностей;

- ◆ собственно психологические: личный характер и мотивы поведения;
 - ◆ социально-психологические: ценности, интересы, ролевые ожидания.
- Необходимо понимать, что на совместимость людей в группе большое влияние так же оказывают типы коммуникативного поведения, демонстрируемые людьми:
- ◆ стремящиеся к лидерству, способные решать задачи, только подчиняя себе других членов группы;
 - ◆ индивидуалисты, пытающиеся решить задачу в одиночку;
 - ◆ приспособливающиеся к группе (конформисты), легко подчиняющиеся приказам других ее членов;
 - ◆ коллективисты, стремящиеся решать задачи совместными усилиями, поэтому они не только принимают предложения других членов группы, но и сами выступают с инициативой.

При этом необходимо понимать, что психологическая совместимость достигается не только сходством одних качеств, но и различием в других, что обеспечивает взаимодополняемость при совместном взаимодействии. К сожалению, жилищные комплексы университетов при расселении абитуриентов руководствуются только антропологическими различиями, такими как национальность, возраст и пол, не беря во внимание остальные критерии. Вследствие чего комнаты заполняются достаточно хаотично, что приводит к возникновению низкореперентных групп, в которых растет вероятность межличностных конфликтов. Данный факт определил цель настоящего исследования: изучить характер внутригрупповых отношений и совместимость студентов-соседей по комнате в общежитии.

Для того чтобы оценить внутригрупповые отношения, сложившиеся в комнатах студенческих общежитий, была разработана анкета. В ее основу легло исследование Поддубного С.Е., направленного на выявление индивидуально-психологических факторов совместимости личности и малой группы [4], а также результаты личных бесед с проживающими в общежитиях.

В качестве респондентов выступили 26 первокурсников структурного подразделения ИКТИБ различных направлений подготовки, так как данная группа является наиболее показательной, потому что старшие курсы, вследствие налаживания определенных межличностных коммуникаций, уже имели возможность переехать в другие комнаты. Результаты анкетирования представлены на рис. 1.

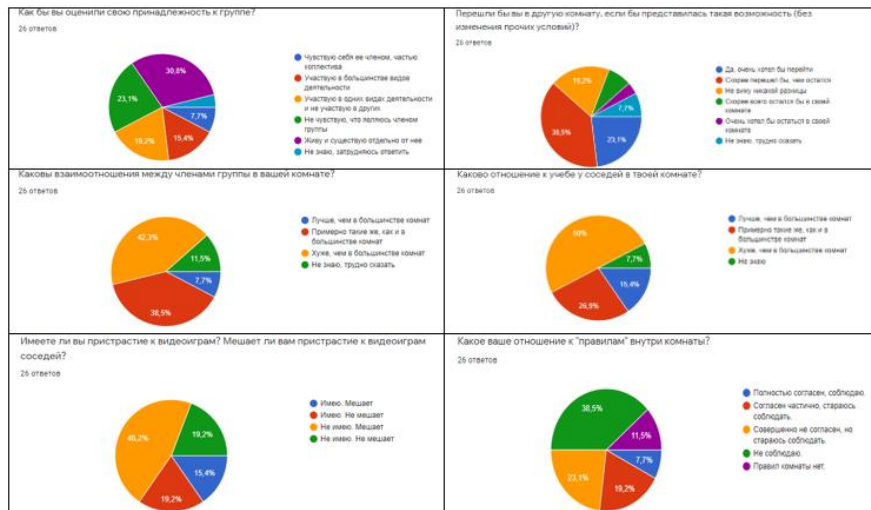


Рис. 2. Особенности внутригрупповых отношений студентов-соседей по комнате

Из результатов анкетирования (рис. 1) видно, что большинство студентов считает коллектив, сложившийся в ходе формирования комнат общежития неудовлетворяющим их потребности в налаживании социальных контактов. Что в свою очередь неблагоприятно сказывается на продуктивности в освоении образовательной программы и становлении личности студентов. Об этом можно судить по наиболее популярным ответам, из которых видно, что большинство респондентов считают отношения внутри сложившихся в комнатах коллективов неудовлетворительными, и более того «хуже, чем в большинстве комнат» 42 %. Одним из негативных факторов выступает не совпадение ритмов биологических часов, вследствие чего, студенты, имеющие пристрастия к видеоиграм, зачастую создают дискомфорт для своих соседей.

В заключении анкеты респондентам было предложено самостоятельно оценить совместимость с соседями по комнате. Результаты представлены на рис. 2.

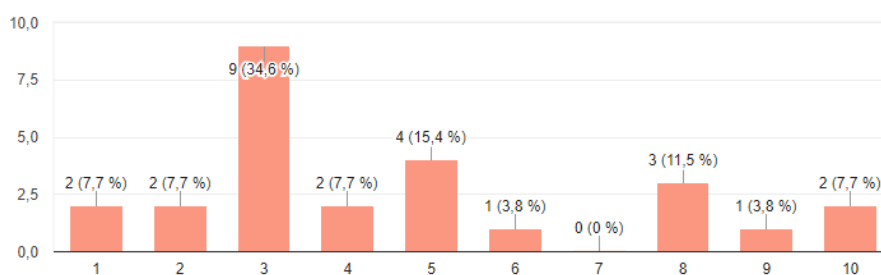


Рис. 2. Оценка совместимости студентов с соседями по комнате

По результатам анкетирования средний балл группы составляет 4,6 балла, что свидетельствует о тенденции к достаточно низкой оценке студентами их совместимости со своими соседями по комнате. Из гистограммы видно, что наиболее высокая частотность характерна для оценки «3 балла», это является показателем значения ниже среднего, следовательно, большинство проживающих в общежитии недовольны качеством гармоничного взаимодействия с соседями.

Таким образом, данное исследование показывает несостоятельность существующей модели распределения мест в студенческих комнатах. Для решения данной проблемы предлагается разработать систему, учитывающую не только антропологические различия абитуриентов, но и психофизиологические и собственно психологические, что позволит добиться наибольшего комфорта студентов, проживающих в общежитиях, а также повысит их продуктивность, что в последствии приведет к повышению престижа ВУЗа. Материалы данной статьи могут являться основой для продолжения исследований специфики внутригрупповых отношений в студенческом общежитии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сухов А.Н., Бодалев А.А., Казанцев В.Н. Социальная психология: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. – Академия, 2002. – 31 с.
2. Почебут Л.Г., Чикер В.А. Организационная социальная психология: учебное пособие для академического бакалавриата. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Изд-во «Юрайт», 2019. – 246 с.
3. Белинская Е.П., Тихомандрицкая О.А. Социальная психология личности. – М.: Аспект Пресс, 2001. – 301 с.
4. Поддубный С.Е. Индивидуально-психологические факторы совместимости личности и малой группы: дис. ... канд. психолог. наук. – М., 2001. – URL: <https://www.dissercat.com/> (доступ свободный).

А.А. Маслова

**ОСОБЕННОСТИ САМОРЕГУЛЯЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МОЛОДЫХ
УЧЕНЫХ**

Руководитель – к. психол. н., доцент кафедры психологии и безопасности
жизнедеятельности И.С. Лабынцева

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Аспирантура – это старт профессионального пути ученого, преподавателя вуза. Это профессиональное становление человека, способного созидать новые знания, умения, задавать направление инновационного развития современного общества. Эффективные молодые ученые это гарант превращения науки в реальную экономическую силу, определяющую динамику развития государства и его положение на мировой арене. Поэтому изучение психологических особенностей, проблем и трудностей молодых ученых является актуальной задачей, направленной на осознание путей совершенствования подготовки научных кадров.

Научно-исследовательская работа является важным источником развития учебного заведения. Она оказывает влияние на качество преподавания, творческий настрой сотрудников, связь обучения с современной наукой, общественной и экономической жизнью. Результатом научно-исследовательской работы являются не только интеллектуальная собственность и нематериальные активы, а человеческие и информационные ресурсы, поскольку основу преподавательского состава современных университетов, институтов и академий составляют бывшие учащиеся аспирантуры, освоившие программу и защитившие кандидатскую диссертацию. [3–5, 7].

Аспирантура – это третий уровень высшего профессионального образования и подготовки научных и научно-педагогических кадров, дающая возможность повышения уровня образования, научной и педагогической квалификации. Это гибкая система возможностей, которые в соответствии с целями, потребностями и мотивами аспирантов превращаются в условия их профессионально-личностного развития [6]. Основными видами деятельности аспирантов в процессе обучения в аспирантуре являются учебно-профессиональная и научная деятельности. Учебно-профессиональная деятельность – это деятельность по овладению обобщенными способами действия, саморазвитию обучающегося благодаря решению специально поставленных преподавателем учебно-профессиональных задач посредством учебных действий (Маркова А.К.).

Научно-исследовательская деятельность (НИД) – это деятельность, направленная на приобретение и применение новых знаний с целью решения теоретических и практических проблем, а также обеспечения жизнедеятельности и функционирования науки и производства.

Для аспиранта обучение в аспирантуре как новый проект по организации и планированию собственной жизни. Аспирант является в своём роде «инвестором» собственных жизненных ресурсов, при этом он тратит часть своей жизни на научную работу с рискованным, непредсказуемым результатом. И естественно, как и любой инвестор, хочет получить прибыль, и не просто прибыль, а сверхприбыль [1].

В процессе обучения в аспирантуре главными задачами аспирантов является выполнить учебный план, подготовить и защитить диссертацию в срок; сформировать свой научный имидж и завоевать авторитет своей работой. Однако, как показал проведенный нами опрос, аспиранты сталкиваются с определёнными трудностями, поскольку обучение в аспирантуре выступает своего рода вызовом личным качествам и способностям человека, решившего связать свое будущее с инновационными процессами. Многие молодые люди впервые сталкиваются с тем, что сферы жизни, которые требуют их внимания, участия, энергии, времени слишком много:

это и работа, и учеба, и семья, и научная деятельность, и увлечения и т.д. Субъективно данные трудности проявляются в нехватке времени на написание научных работ, неоптимальности расписания, непонимании выдвигаемых требований, невозможности все успевать выполнять в установленные сроки. В условиях многозадачности и ограниченности времени особую важность приобретают такая способность как сформированная система саморегуляции деятельности.

Саморегуляция генетически выступает как специфическая для человека наиболее общая функция его психики, позволяющая человеку реализовать себя как творца, исполнителя и контролера своей деятельности, поступков, жизнедеятельности в целом.

Саморегуляцию можно считать одним из ключевых системообразующих признаков личности. На это указывает и Н.И. Шевандрин, который отмечает, что саморегуляция – это системная характеристика, отражающая способность личности к устойчивому функционированию в различных условиях жизнедеятельности. В определении В.И. Моросановой саморегуляция выступает как системно организованный процесс внутренней психической активности человека по инициации, построению, осуществлению, поддержанию и управлению всеми видами и формами активности, которые направлены на достижение принимаемых субъектом целей [2].

Важно отметить, что существуют такие особенности личности, которые оказывают негативное влияние на саморегуляцию деятельности человека и, как результат, на его деятельность в целом, это личностные дезорганизаторы времени. Понятие «дезорганизация» (desorganisation) в переводе обозначает нарушение порядка, расстройство. Личностные дезорганизаторы времени – особенности личности, приводящие к неэффективному использованию времени и непродуктивной организации деятельности. Результатом действия личностных дезорганизаторов времени является разбалансированное во времени поведение человека.

С целью определения сформированности у молодых ученых системы осознанной саморегуляции деятельности было проведено исследование, в котором приняли участие 40 аспирантов и магистрантов ЮФУ. В исследовании были использованы методика «Стиль саморегуляции поведения» В.И. Моросановой и методика диагностики личностных дезорганизаторов времени Кузьминой О.В. Полученные результаты отражены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты исследования особенностей саморегуляции деятельности

Стиль саморегуляции поведения			
Шкала	Уровень в %		
	Низкий	Средний	Высокий
<i>Шкала планирования</i>	0	48	52
<i>Шкала моделирования</i>	12	44	44
<i>Шкала программирования</i>	4	67	29
<i>Шкала оценки результатов</i>	0	44	56
<i>Шкала гибкости</i>	4	48	48
<i>Шкала самостоятельности</i>	4	48	48
<i>Шкала Общего уровня саморегуляции</i>	4	44	52
Личностные дезорганизаторы времени			
Ценностно-смысловые дезорганизаторы	33	67	0
Организационные дезорганизаторы	0	67	22
Мотивационные дезорганизаторы	22	67	11
Эмоциональная апатия	22	67	11
Эмоциональная напряженность	12	44	44

Согласно табл. 1, можно отметить, что у всех протестированных молодых ученых сформированы системы целеполагания и осознанного планирования деятельности. Причем у половины из них потребности в осознанном планировании деятельности сформированы на высоком уровне, их планы реалистичны, детализированы, иерархичны и устойчивы, цели деятельности выдвигаются ими самостоятельно.

По шкале моделирование у большинства исследуемых выявлен высокий и средний уровень развитости процессов саморегуляции, что говорит о наличии способностей к адекватной оценке внешних и внутренних условий для достижения целей в текущей ситуации, так и в перспективе.

Важно отметить, что большинство протестированных молодых учёных имеют средний уровень развитости способности программирования своих действий, что может говорить о сформированности способности к планированию, они предпочитают действовать не импульсивно, самостоятельно формируют программу действий, не действуют путем проб и ошибок, стараются вносить изменения в программу действий при неудачах.

В соответствии с данным из табл. 1, больше, чем половина исследуемых адекватно оценивают себя и результаты своего поведения и действий. Большинство из них критичны к своим действиям, замечают свои ошибки, а также имеют устойчивые субъективные критерии оценки результатов своей деятельности.

В результате диагностики большинство показало высокие способности гибко реагировать на изменения ситуации и перестраивать свои планы и действия поведения. Они демонстрируют пластичность регуляторных процессов, которая проявляется в быстрой перестройке планов и программ поведения, что позволяет добиваться успехов в ситуациях с высоким риском.

По шкале самостоятельности большинство молодых учёных с высоким и средним уровнем автономности. Это говорит об автономности в организации активности человека, способностях самостоятельно планировать деятельность и поведение, организовывать работу по достижению выдвинутой цели, контролировать ход ее выполнения.

По общему уровню саморегуляции можно отметить, что у большинства исследуемых развиты индивидуальные системы осознанной саморегуляции произвольной активности человека. Больше половины из них самостоятельны, гибко и адекватно реагируют на изменение условий, выдвижение и достижение цели у них в значительной степени осознанно.

Анализируя данные из табл. 1, касающиеся личностных дезорганизаторов времени, можно говорить о том, что ценностно-смысловые дезорганизаторы у 67 % молодых ученых проявлены на среднем уровне, что говорит о них нет четко осознанных целей и сформированных представлений о жизненных перспективах. Организационные дезорганизаторы времени на среднем уровне присутствуют у 67 % респондентов и на высоком у 22 %, что свидетельствует о том, что у 22 % молодых ученых не сформированы умения устанавливать очередность действий, способность сосредотачиваться долго над одной проблемой. У всех молодых ученых на среднем и высоком уровнях проявлена склонность к прокрастинации. Анализ мотивационных дезорганизаторов показывает, что у 22% протестированных сформирована продуктивная мотивация, желание достигать высоких результатов, однако у 78 % на среднем уровне проявляется равнодушие к жизни, работе, собственным достижениям, и 11 % молодых ученых ощущают отсутствие желания добиваться результатов. Высокий уровень эмоциональной апатии мы наблюдаем у 22 % респондентов, больше, чем у половины на среднем уровне проявляется апатия, пассивность. Более 10 % молодых ученых характерен высокий уровень пас-

сивности. По показателю эмоциональной напряжённости важно отметить, что у 44 % опрошенных на высоком уровне выражено чувство эмоционального напряжения при работе, нехватке времени, и только 12 % молодых учёных успешно справляются с волнением и напряжённостью в работе.

Подводя итоги исследования, можно констатировать, что у большинства учащихся, решивших связать себя с научной деятельностью, наблюдается высокий уровень планирования своей деятельности, постановки целей развития, адекватная самооценка, отсутствие импульсивности в деятельности, что говорит о наличии у них сформированной системы саморегуляции деятельности. Наличие большого количества регулятивных трудностей и непродуктивную организацию деятельности мы связываем с проявлением личностных дезогранизаторов времени, таких как склонность к прокрастинации, недостаточная осмысленность жизненных перспектив у многих молодых ученых, отсутствие выраженной мотивации достижения, и, в первую очередь, высокая эмоциональная напряжённость. Что ещё раз подчёркивает необходимость развития своих личных качеств в период обучения, поскольку именно с помощью собственных личностных ресурсов молодые учёные могут эффективнее строить свою деятельность и достигать цели. Также, налицо необходимость совершенствования организационной составляющей процесса подготовки кадров высшей квалификации, способствующей большей вовлеченности молодых ученых в процесс обучения и снижения у них эмоциональной напряженности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Кармазинский А.Н.* Аспирантура: проблемы и пути их решения // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6.
2. *Моросанова В.И., Аронова Е.А.* Самосознание и саморегуляция поведения. – М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2007. – 213 с.
3. *Поляруж В.М.* Влияние направленности личности студента на его учебную деятельность: автореф. дис. ... канд. псих. наук. – Ленинград, 1989. – 18 с.
4. *Пономарева М.А., Юхновец Т.И.* Психодиагностика личности: пособие для студентов вузов / под общ. ред. М.А. Пономаревой. – Минск: Тесей. – 312 с.
5. Психология: учебник для гуманитарных вузов / ред. В.Н. Дружинин. – 2-е изд.. – СПб.: Питер, 2009. – 656 с.
6. Специфика обучения в аспирантуре: Роль мотивации аспирантов Н.А. Лызь, И.С. Лабынцева ЮФУ 2018.
7. *Талайко С.В.* Психология личности: Курс лекций. – СПб.: Питер, 2006. – 460 с.

А.Д. Полтавская

ПРОБЛЕМА ГЕНДЕРНОЙ ИДЕНТИЧНОСТИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

Руководитель – к. психол. н., доцент кафедры психологии и безопасности и жизнедеятельности Т.В. Эксакусто

Южный федеральный университет, г. Таганрог

В условиях современности одной из наиболее сложных задач в познании самого себя является определение своей гендерной идентичности. С каждым годом этот вопрос становится всё более и более актуальным. Человек может проявлять себя уже не просто как «мужчина» или «женщина», а как средний пол, «недопол» и так далее. Примером тому могут служить происходящие изменения в различных сферах общества за последнее десятилетие. К примеру, глобальная социальная сеть Facebook предоставляет своим пользователям возможность использовать более 50 вариантов гендерной идентичности [2]. Если говорить о других переменных

на мировом уровне, то в одном из социальных институтов общества – семье, происходят значительные изменения. Определения «родитель №1» и «родитель №2» вместо «отец» и «мать» используются в документообороте некоторых стран: Совет Европы еще в 2010 году заявил о намерении внедрять гендерно-нейтральный язык. В западных школах преподаются уроки полового воспитания, где с детьми обсуждают половую принадлежность. Обсуждаются вопросы однополых пар, и это становится обычным. Меняются гендерные представления и в других сферах жизни общества: духовной (культура: кинематография, мода), экономической (труд, профессия), политической и т.п.

В российском обществе так же наблюдаются явные тенденции, влияющие на формирование гендерной идентичности современного человека. Радикальная трансформация традиционно организованной системы половых ролей, особенно заметна в профессиональной деятельности человека:

- ♦ переход от иерархического соподчинения к равноправию: по результатам аналитического отчета, подготовленного международной сетью независимых аудиторско-консалтинговых фирм Grant Thornton International 40 % высших управленческих позиций (топ-менеджмент) в нашей стране занимают женщины [5];

- ♦ повышение профессиональной мобильности: переход женщин в "мужские" и "интегрированные" профессии, а мужчин в «женские» [4].

В целом, современные образцы маскулинности и феминности не однозначны, противоречивы, изменчивы, а необходимость построения гендерной идентичности существует. Анализируемые труды ученых в области гендерной идентичности прошлых лет, не отражают достаточной картины современных реалий. Таким образом, обнаруживается актуальность изучения проблемы гендерной идентичности с учетом современных тенденций ее проявления.

Теоретический анализ проблемы гендерной идентичности показал, что под ней понимается отождествление себя с тем или иным полом, отношение к себе как к представителю определенного пола с конкретными личностными характеристиками, а также овладение соответствующим данному полу поведением. [6]. Традиционно выделяют три типа гендерной идентичности (С. Бем, 1974): с преобладанием фемининных характеристик, с преобладанием маскулинных характеристик и андрогинных, то есть тех, где наблюдается гармоничный баланс между маскулинными и фемининными характеристиками. Однако, адаптация в современном обществе, где противопоставление «свой-чужой» в гендерном плане уже не столь актуально, требует от индивида более гибкого поведения. Современная гендерная социализация обеспечивает формирование андрогинного типа идентичности представителей полов. Понятия «абсолютная женщина» и «абсолютный мужчина» представляют собой индивидов, слабо приспособленных к выполнению функций в системе социального взаимодействия. Каждая современная социальная роль, исполняемая личностью, не может эффективно исполняться без определенного сочетания фемининных и маскулинных качеств: властности и заботливости, напористости и мягкости, сопереживания и соучастия [7]. Андрогиния подразумевает совмещение в одной личности как маскулинных, так и фемининных качеств и способствует усложнению духовных структур мужчин и женщин, а значит более эффективной адаптации и реализации их в условиях современного общества [1].

В доминирующей степени гендерные трансформации влияют, прежде всего на современную молодежь, представляющую собой динамичную часть общества, готовую к инновациям и преодолению проявляющихся гендерных неравенств. В том числе, они оказывают влияние на профессиональное становление, профессиональную реализацию молодежи. В свою очередь, для профессионального роста важным фактором в деятельности каждого человека служит его организационное поведение.

Организационное поведение включает в себя изучение поведения людей (индивидов и групп) в организациях, а так же практическое использование полученных знаний. Исследования организационного поведения позволяют определить пути повышения эффективности трудовой деятельности человека. Поведение человека в организации определяется принятыми служебными нормами, правилами и проявляется, прежде всего, следующими качествами: объективность индивидуума, его склонность к доминированию-послушанию, честолюбие, особенности карьерных стратегий, социальность и др. Таким образом, целью предстоящего исследования станет изучение стратегий поведения в организации молодых людей с маскулинной, феминной и андрогинной идентичностью.

В заключении важно отметить, что с появлением цифровой экономики к человеку предъявляются новые требования: как к профессиональным компетенциям, так и к личностным качествам. Этот фактор приводит к появлению новых технологий управления людьми. Чтобы новые технологии управления были максимально эффективны, важно понимать как индивидуальные особенности в целом, и гендерная идентичность в частности, могут влиять на выбор стратегий поведения в организации. Работа над проблемой гендерного аспекта в стратегии организационного поведения имеет практическую значимость в сфере управления персоналом. Особый интерес к результатам данного исследования, могут проявить руководители предприятий, организаций, компаний, так как значительное влияние на достижение организацией своих целей и задач оказывает сложившаяся модель организационного поведения ее сотрудников [3].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Бэм С.Л.* Линзы гендера: Трансформация взглядов на проблему неравенства полов: пер. с англ. – М.: Российская политическая энциклопедия» (РОССПЭН), 2004. – 142 с.
2. *Володарская А.А., Юрова Л.И.* Гендерная унификация в современном мире // Сб. статей XXIV Международного научно-исследовательского конкурса – П.: Наука и просвещение, 2019. – С. 84-89.
3. *Воронина А.В.* Мотивационный аспект организационного поведения // Наука и образование: хозяйство и экономика; предпринимательство; право и управление. – Ростов-на-Дону: Фонд поддержки образования и науки в Ростовской области. – 2020. – С. 53.
4. *Мальцева И.О.* Гендерные различия в профессиональной мобильности и сегрегация на рынке труда: опыт российской экономики. – М.: EERC, 2005. – 33 с.
5. Роль женщин в бизнесе. Новое исследование Grant Thornton International. – www.fbk.ru [сайт]. – URL: <https://www.fbk.ru/press-center/news/rol-zhenshchin-v-biznese-novoe-issledovanie-grant-thornton-international/> (доступ свободный), (дата обращения: 04.03.2021).
6. *Троицкая Н.Н.* Гендерная идентичность современной студенческой молодежи и влияние семьи на ее формирование // Матер. XXII Международной конференции памяти профессора Л.Н. Когана «Культура, личность, общество в современном мире: методология, опыт эмпирического исследования». – Екатеринбург: УрФУ, 2019. – С. 648.
7. *Чуркина Н.А.* Андрогинная идентичность как способ адаптации человека в современном обществе // Исторические, философские, политические и юридические науки, культурология и искусствоведение. Вопросы теории и практики. – Т.: Изд-во "Грамота". – 2017. – С. 205.

Методы и средства эффективного человеко-машинного взаимодействия

О.П. Скачко, М.М. Верба, А.И. Олейникова

АНАЛИЗ И РАЗРАБОТКА СОВРЕМЕННЫХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ НА ЯЗЫКЕ JAVASCRIPT

Руководитель – к.п.н., доцент ИКТИБ А.А. Опрышко

Южный федеральный университет, г. Таганрог

В эпоху глобализации и развития межкультурной коммуникации растет потребность в знании нескольких языков. Современные приложения и программное обеспечение различных фирм и компаний, а также инди-разработчиков предлагают массу готовых решений: голосовые помощники Yandex, онлайн переводчики Google, онлайн словари «Мультитран» и многие другие, облегчающие решение подобных задач. Однако чаще всего для подавляющего большинства ситуаций нет большой нужды прибегать к тому богатому функционалу, что имеется в данных решениях. Многие решения имеют обширный функционал с широким спектром возможностей, которые часто так и остаются не востребованы.

В процессе изучения иностранного языка всегда возникает необходимость составления вокабуляра, иными словами, определенного списка слов, фраз и выражений, наиболее часто используемых в речи в тех или иных жизненных ситуациях. Например, в быту чаще всего происходят неформальные беседы, отличающиеся незамысловатым набором фраз, в магазине чаще всего достаточно знать список продуктов и несколько фраз для оплаты покупки, а для путешественника достаточно знать минимальный набор фраз и выражений, чтобы не потеряться во время путешествия и получить минимум необходимой информации для дальнейшего передвижения. При обучении иностранному языку преподаватель самостоятельно или совместно со студентами вырабатывает такой определенный список слов и выражений по каждой теме для последующего применения и закрепления их в речи. Также такие списки слов и выражений составляются при обучении академическому письму. Они играют некую роль шаблона при написании статей и позволяют выдержать текст в определенном академическом стиле повествования.

Таким образом, составление иноязычного вокабуляра с соответствующим переводом на родной язык всегда является неотъемлемой частью процесса изучения языка. В настоящее время, все большее и большее количество обучающихся и преподавателей отказывается от устаревшего тетрадного формата составления банка слов в пользу электронных носителей. Проведенный опрос участников процесса обучения показал, что наиболее часто используемый формат файлов это .doc и иногда .xls (.xlsx). Использование таких форматов безусловно удобно. При наличии с собой электронных устройств, всегда можно обратиться к составленному словарю и найти необходимую информацию. Однако при составлении электронного вокабуляра все еще остается необходимость поиска перевода слов и выражений в словарях, а также при дальнейшем его использовании возникают определенные сложности в навигации и поиске слов. Решением данных проблем может стать разработка собственного приложения, написанного на языке программирования JavaScript (JS).

Беря за основу таблицу Excel, отличающую удобным внешним видом для заполнения данных, можно создавать подобные списки, однако загрузка самого приложения занимает некоторое время, и для оптимизации функционала, не предусмотренного в данной программе, необходим перевод данных слов и выражений. На рис. 1 приведен внешний вид приложения.

	English	Русский	Ваш вариант ответа
1	Hi	Привет	
2	How are you?	Как дела?	
3	Would you mind giving me some directions?	Не могли бы вы объяснить мне, как пройти?	
4	I'm new in town	Я впервые в этом городе	
5	I'm lost	Я заблудился	

Рис. 1. Внешний вид приложения

Современные базы данных (БД) содержат сотни тысяч слов и выражений на разных языках, однако самостоятельное построение БД может занять значительное время и финансовые вложения. В данной ситуации возникает рентабельность в построении приложения, который будет обращаться к данным БД автоматически, по мере ввода данных пользователем, подгружая корректный перевод слов и выражений.

Проведенный анализ существующих WEB-технологий выявил, что одним из наиболее популярных и используемых языков программирования для разработки WEB-приложений является JavaScript (JS) [1]. Среди наиболее активно развивающихся и используемых фреймворков и библиотек можно выделить следующие: Angular, React и Vue.js [2].

Данные инструменты позволяют достаточно быстро создавать надежные и масштабируемые WEB-приложения любой сложности. Активное развитие JavaScript позволяет также разрабатывать сервера на основе программной платформы Node.js, которая дает возможность JS взаимодействовать с устройствами ввода-вывода через свой API. Также в настоящее время существует платформа React Native, позволяющая разрабатывать мобильные приложения.

При создании WEB-приложения, исполняемой средой является браузер пользователя, что делает использование приложения удобным как на мобильном устройстве, так и на персональном компьютере или ноутбуке.

Для хранения данных в памяти устройств используется LocalStorage. Отображение сохраненных таблиц удобнее представить в виде списка отдельно, как это представлено на рис. 2.

Ваша база данных для сохраненных списков слов и выражений

Новая Таблица

Название	Дата открытия
Фразы для аэропорта	25.03.2021 01:57:15
Компьютерные науки	25.03.2021 01:57:46
Список фраз	25.03.2021 01:58:20

Рис. 2. Список сохраненных таблиц в памяти устройства

Данная технология предоставляет инструменты и методы для хранения данных WEB-приложений в памяти устройства при отсутствии подключения к сети Интернет, и после перезагрузки страницы приложения. Схема взаимодействия и сохранения данных приведена на рис. 3.



Рис. 3. Схема взаимодействия приложения и онлайн словарей

При разворачивании приложения на готовом хостинге, все данные достаточно удобно хранить удаленно, на стороне сервера, а выбранный формат представления данных позволяет осуществить данную задачу с минимальными изменениями в исходном коде программы, с сохранением текущей архитектуры приложения. Более подробно схема взаимодействия изображена на рис. 4.

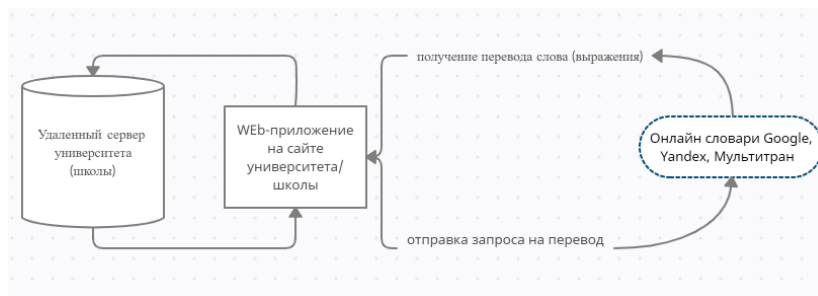


Рис. 4. Схема взаимодействия при размещении приложения на хостинге университета (школы)

Также, стоит отметить, что при использовании React Native, можно компилировать данную программу в мобильное приложение. Данная библиотека компилирует приложение при сборке проекта в нативный для мобильного устройства язык [3].

При написании кода приложения удобно использовать такие технологии как WebPack, Babel и ESLint для ускорения разработки приложения и написания более качественного и удобного кода [4].

Таким образом разработка собственного приложения, написанного на JS, позволяет объединить в себе несколько технологий. Подобные приложения позволяют качественно улучшить процесс изучения иностранных языков, а также являются отличным подспорьем как инструмент для внедрения и использования его в образовательной среде.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. PYPL PopularitY of Programming Language. – URL: <https://pypl.github.io/PYPL.html> (доступ свободный).
2. Лучшие JavaScript-фреймворки и тенденции веб-разработки в 2021 году. – URL: <https://medium.com/nuances-of-programming/лучшие-javascript-фреймворки-и-тенденции-веб-разработки-в-2021-году-2a35e348a12> (доступ свободный).
3. React Native. – URL: <https://reactnative.dev> (доступ свободный).
4. Webpack. – URL: <https://webpack.js.org> (доступ свободный).

Ю.В. Гончарук, В.С. Ниточкин

ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЙ ИНТЕРФЕЙС ВЕБ-СИСТЕМЫ ПО ОРГАНИЗАЦИИ СБОРА И УТИЛИЗАЦИИ ПЛАСТИКОВЫХ ОТХОДОВ

Руководитель – к.т.н., доцент кафедры психологии и безопасности
жизнедеятельности В.С. Компаниец

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Введение. Одной из глобальных проблем человечества является постоянно ухудшающееся состояние окружающей среды. Экологическая переработка отходов – одно из наиболее востребованных направлений в борьбе с разрастающимися свалками, ведь за последние десятилетия количество товаров в пластиковых упаковках – и продовольственных, и других – увеличилось даже не в разы, а на порядки. Внедрение «Мусорной реформы» [1] показало неготовность инфраструктуры регионов, а также слабую информированность и заинтересованность населения в сдаче отходов на экологическую переработку.

Мы не обладаем определенными полномочиями, поэтому у нас нет возможностей существенно повлиять на первую проблему, но в тоже время, мы можем способствовать просветительской деятельности и повышению заинтересованности населения региона за счет создания веб-системы.

Анализ предметной области. Конечно, государство работает над улучшением ситуации, связанной с утилизацией отходов. Так, в рамках национального проекта «Экология», на Дону завершено строительство первого в регионе межмуниципального экологического отходов перерабатывающего комплекса (МЭОК). На рис. 1 показана переработка пластика на Неклиновском МЭОК.



Рис. 1. Предобработка пластика на Неклиновском МЭОК

Кроме того, строительство еще пяти МЭОКов планируется завершить к середине 2021 года [2]. Таким образом, создание полноценной инфраструктуры в нашем регионе - вопрос времени. Мы, в свою очередь, можем способствовать подготовке населения к неизбежному введению раздельного сбора отходов.

Изучив опыт зарубежных стран, было решено остановиться на разработке веб-системы по переработке пластиковых отходов, потому что:

- ◆ согласно статистике распределения отходов [3], в России около 10% занимает пластик;
- ◆ существует возможность вторичной утилизации;
- ◆ Россия нуждается в пластиковом вторсырье настолько сильно, что закупает его за рубежом для дальнейшей переработки [4];
- ◆ пластмассовые изделия могут разлагаться столетиями [5];
- ◆ «Фандоматы», на данный момент, [6] работают преимущественно с пластиковыми отходами.

Обзор аналогов и функционал нашего решения описаны в нашей предыдущей статье: "Сравнение функциональности веб-ресурсов по утилизации пластиковых отходов" [7].

Обзор макета. Согласно исследованию GfK [8], более половины пользователей в Российской Федерации выходят в Интернет с мобильных устройств, поэтому было решено использовать Mobile First Design [9]. На главной странице было решено разместить приоритетную информацию: данные о точках приема пластика. Как можно увидеть на окулографической тепловой карте, показанной на рис. 1, эта информация привлекает в среднем больше всего внимания. Окулографическое исследование было проведено на 6 добровольцах.

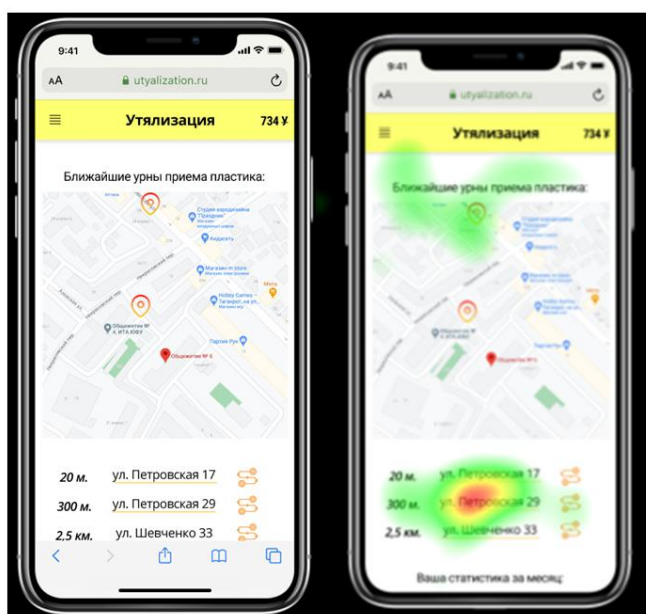


Рис. 2. Интерфейс главной страницы и ее окулографическая тепловая карта

Для мотивации пользователей приложения было решено использовать два способа: наглядная визуализация успехов по сдаче пластика на переработку и физические награды для активных участников. Макеты страниц с магазином наград и статистикой пользователя изображены на рис. 3.



Рис. 3. Макеты страниц с магазином наград и статистикой пользователя

Визуализация достижений пользователя осуществляется показом статистики по сданному пластику, начислением виртуальных наград и баллов, которые можно обменять на реальный мерчендайз (или на промокоды от партнеров в будущем).

Вывод. Проанализировав область исследования мы пришли к выводу, что появление платформ по утилизации отходов неизбежно. Таким образом, к моменту повсеместного внедрения раздельного сбора отходов, появится необходимость в веб-системах. Рассмотрев текущие решения, стало очевидно, что они не решают проблему заинтересованности и информированности населения, в связи с чем было разработано решение, обладающее следующими ключевыми элементами:

- ◆ картой точек приема пластика;
- ◆ клиентоориентированным интерфейсом;
- ◆ функцией получения обратной связи от пользователей;
- ◆ системой достижений и бонусов;
- ◆ блоггом;
- ◆ информационно-просветительским разделом о видах пластиковых отходов;
- ◆ личным кабинетом пользователя со статистикой.

В конечном итоге, за счет повышения интереса и уровня информированности населения в области переработки отходов в нашем проекте планируется вызывать у пользователя желание сдавать отходы на переработку и, соответственно, улучшать экологическую обстановку в регионе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Российская Федерация. Законы. О внесении изменений в статью 29.1 Федерального закона "Об отходах производства и потребления": Федеральный закон от 25 декабря 2018 г. № 483-ФЗ: [принят Государственной Думой 18 декабря 2018 г.: Одобрен Советом Федерации 21 декабря 2018 г.]. – Москва: Кремль (дата обращения: 11.03.2021).
2. Экологический комплекс по переработке отходов построен в Ростовской области. – Режим доступа: URL: <https://realty.interfax.ru/ru/news/articles/113475/> (дата обращения: 11.03.2021).

3. Статистика: чистая работа. – Режим доступа: URL: <http://www.vokrugsveta.ru/article/293682/> (дата обращения: 11.03.2021).
4. Россия на треть увеличила ввоз пластикового мусора из-за границы. – Режим доступа: URL: <https://www.rbc.ru/economics/30/08/2019/5d67e17f9a7947d966d7fd3d> (дата обращения: 11.03.2021).
5. Почему нужно утилизировать пластиковые отходы. – Режим доступа: URL: <https://makulatur.ru/stati/why-do-you-need-to-dispose-of-plastic-waste> (дата обращения: 11.03.2021).
6. Работа московских фандоматов. – Режим доступа: URL: <https://recyclemag.ru/article/regabativayut-plastik-moskovskih-fandomatov/> (дата обращения: 12.03.2021).
7. Гончарук Ю.В., Ниточкин В.С., Компаниец В.С. Сравнение функциональности веб-ресурсов по утилизации пластиковых отходов // Сб. статей VI Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, магистрантов, аспирантов и студентов «Фундаментальные и прикладные аспекты компьютерных технологий и информационной безопасности». – Таганрог, 2020. – С. 646-650.
8. Исследование GfK: Проникновение Интернета в России // Growth from Knowledge. – URL: <https://www.gfk.com/ru/press/issledovanie-gfk-pronikновение-interneta-v-rossii> (дата обращения: 12.03.2021).
9. Why mobile first design is the only 2019 strategy that will work // Search Engine Watch. – URL: <https://www.searchenginewatch.com/2019/03/05/mobile-first-design-for-2019/> (дата обращения: 12.03.2021).

М.А. Баша

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ

Руководитель – к.т.н., доцент кафедры систем автоматизированного проектирования Д.Ю. Запорожец

Южный федеральный университет, г. Таганрог

В современном мире технология распознавания лиц – является одним из наиболее перспективных направлений среди биометрических методов, который имеет широкое применение в самых разнообразных сферах человеческой деятельности.

Технология идентификации человека на основании изображения лица, имеет важное преимущество по сравнению с другими биометрическими методами, а именно: не нуждается в физическом контакте с устройством, что с учетом цифровизации в современном мире имеет наибольшее влияние для применения в обществе [2]. Однако главной проблемой систем распознавания лиц, считается факт связанности качества результата изображения лица от условий освещения, ракурса и положений головы.

На сегодняшний день имеется множество самых различных методов по данной технологии. Одними из таких можно выделить следующие методы.

Метод главных компонент. Основной целью метода является сокращение размерности данных без серьёзного убытка информации с тем, чтобы оно наилучшим способом представляла образы, относящиеся множеству лиц. Процедура вычисления главных компонент заключается в расчете своих векторов и значений матрицы ковариаций исходных параметров или к сведению в канонический вид матрицы данных.

Набор векторов, полученных единожды на обучающейся выборке, применяется для шифрования других изображений человеческого лица.

Для наилучшего использования метода, требуется соблюдение таких условий, как: единство параметров освещенности, нейтральное выражение лица, а также отсутствие головных уборов [1]. При соблюдении данных условий точность

распознавания может быть более 90 %, однако в случае, нарушений данных условий главные компоненты не станут отображать межклассовые варианты. Поэтому в случаях, если на изображении имеются существенные изменения в освещении, результативность метода будет значительно ниже.

Метод Виолы-Джонса. Данный метод считается самым популярным и высокоэффективным для нахождения объектов на изображении в реальном времени, помимо этого он имеет крайне низкую вероятность неверных срабатываний. Для обнаружения лиц метод использует признаки Хаара (с целью отыскать необходимый объект). Накануне распознавания требуется обучение алгоритма на тестовой выборке, а уже впоследствии обучения будет сформирована обученная база знаний из слабых классификаторов [3].

Метод дает возможность при наблюдении объекта, распознавать черты лица при наклоне до 30°, однако при повороте более 30°, вероятность детектирования будет значительно ниже. Соответственно, обнаруживать развернутые лица под произвольным ракурсом не представляется возможным, следовательно, использование метода в современных наблюдательных системах нецелесообразно.

Свёрточная нейронная сеть. Сегодня существует большое количество различных видов нейронных сетей. Важной особенностью нейронных сетей считается её обучаемость. Обучается она благодаря готовым примерам. В результате обучения происходит извлечение ключевых признаков, между которыми создается взаимосвязанность. По итогам обучения нейронная сеть способна использовать приобретенный во время обучения опыт, для распознавания прошлого неизвестного объекта.

Свёрточная нейронная сеть демонстрирует высокую результативность в распознавании, однако при этом является особо сложным методом для реализации [4]. Благодаря локальным рецепторным полям и общим весовым коэффициентам, свёрточная нейронная сеть способна гарантировать стабильность к всевозможным изменениям масштаба, различным смещениям и прочим искажениям.

Метод опорных векторов. Использование такого метода в рамках обнаружения лиц сводится к нахождению гиперплоскости в признаковом пространстве, разделяющей виды изображений "лицо" от "не-лицо". Под "гиперплоскостью" понимается – пространство, в котором размерность на 1 меньше исходного пространства, где оно и расположено.

Основной принцип работы заключается в переводе первоначальных векторов в пространство длинной размерности и нахождению разделяющей гиперплоскости с максимальным зазором этого пространства. Исходя из всех вероятных гиперплоскостей, разделяющих оба класса, выбирается гиперплоскость, у которой расстояние от каждого класса максимальна, поскольку метод предполагает: чем больше будет расстояние между ними, тем меньше средняя ошибка классификатора. Однако данный метод является довольно чувствительным к различным шумовым воздействиям, что при обучающей выборке, в которой содержатся шумы, они станут учитываться при построении разделяющей гиперплоскости.

Метод гибкого сравнения на графах. В данном методе лицо представлено в образе сетки, у которой расположение вершин установлено на контуре головы, носа, губ и их конечных точках.

Процесс распознавания выполняется таким образом: эталонный граф, остается без изменения, при этом другой изменяется для наилучшего сочетания первому. Изменение графа возникает благодаря тому, что последовательно смещаются все его вершины на определенное расстояние в сторону условно её расположения и подбора такого места, с которого отличие среди значений признаков в вершине изменяемого графа и необходимой ей вершине эталонного графа станет минимальной. И как только найдется минимальное отличие среди признаков изменяе-

мого и эталонного графа, такой процесс перестанет выполняться. Действующая операция происходит со всеми лицами, занесенными в БД, благодаря чему, скорость метода существенно возрастет в соответствии размера БД с лицами. Однако главный недостаток метода заключается в том, что время работы напрямую зависит от размера БД, где при большом объеме данных могут возникать задержки.

Выбор метода распознавания лиц в большой степени зависит от поставленной задачи. Для этого необходимо провести сравнительный анализ из рассматриваемых методов. С целью его осуществления, была поставлена задача: определить методы, которые обладают быстрым распознаванием, высокой эффективностью, точностью, а также имеющие низкие требования к мимике и освещению.

На основании рассмотренных методов был проведен сравнительный анализ, итоги которых представлены в табл. 1.

Таблица 1

Сравнительный анализ методов распознавания лиц

Методы	Точность	Высокая эффективность	Быстрое распознавания	Низкие требования к мимике и освещению
Метод главных компонент	~90%	+++	+	-
Метод Виолы-Джонса	>90%	++++	+	+
Свёрточная нейронная сеть	>90%	+++++	+	+
Метод опорных векторов	>90%	+++++	+	+
Метод гибкого сравнения на графах	~90%	++	-	+

В ходе сравнительного анализа, метод главных компонент показал: существенную зависимость от мимики, которая напрямую влияет на точность распознавания, что не делает метод наиболее эффективным.

В методе гибкого сравнения на графах при большом размере БД лиц, могут возникать временные задержки при распознавании, а также он имеет высокую вычислительную сложность процедур распознавания, что не может позволить методу гарантировать быстрое распознавание.

Метод Виолы-Джонса показал схожие результаты с методом опорных векторов и свёрточной нейронной сети, однако в плане высокой эффективности немного им уступает. Следовательно, наилучшими методами в сравнительном анализе оказались методы свёрточной нейронной сети и метод опорных векторов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Кривцов О.А., Кориков А.М.* Отслеживание головы человека на видеокадрах: состояние проблемы. – М.: Новые технологии, 2010. – № 7. – С. 2-9.
2. *Лебеденко Ю.И.* Биометрические системы безопасности: учебное пособие. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2012. – 159 с.
3. *Люминарский В.В., Ситников В.В.* Обзор методов распознавания объектов, используемых в системах машинного зрения // Вестник Ижевского государственного технического университета. – 2018. – Т. 21, № 4. – С. 222-229.
4. Распознавание лиц: свёрточная нейронная сеть в действии. – Режим доступа: <https://www.azoft.ru/blog/raspoznavanie-lic-svertchnayanejronnaya-set> (дата обращения: 05.03.21).

И.А. Ковтунов

**О ПРОБЛЕМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДОСТУПНОСТИ САЙТОВ ДЛЯ ЛЮДЕЙ
С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Руководитель – к.т.н., доцент кафедры психологии и безопасности
жизнедеятельности В.С. Компаниец

Южный федеральный университет, г. Таганрог

По данным ВОЗ (Всемирная организация здравоохранения) в мире насчитывается не менее 2,2 миллиардов случаев нарушения зрения или слепоты [1]. Помимо людей с нарушением остроты зрения есть еще категория дальтоников (цветовая слепота), их количество находится в пределах от 4 до 8 процентов всего мирового населения.

Но даже с отклонениями в состоянии здоровья многие люди работают, занимаются творчеством, общаются. То есть, как и большинство современных людей активно используют компьютеры и возможности сети Интернет. В 2006 году ООН приняла Конвенцию о правах инвалидов – международное соглашение, которое предполагает полную интеграцию в общество людей с ограниченными возможностями здоровья. Над созданием доступной цифровой среды работают не только государства, подписавшие Конвенцию, но и крупные технологические компании Microsoft, Apple, Google, стремящиеся сделать свои разработки с позиций универсального дизайна доступными и привлекательными для разной аудитории. Конкретными шагами с целью обеспечения доступности интернет-сайтов стало создание двух руководств по веб-дизайну:

- ◆ международного стандарта WCAG 2.0;
- ◆ локализованного российского стандарта ГОСТ Р 52872-2012.

К сожалению, указанные документы содержат, на наш взгляд, избыточное число требований, так как при их практической реализации возникает проблема, которая заключается в том, что совместить требования с хорошим дизайном, кроссплатформенностью и отлаженным функционалом крайне сложно. Полное соблюдение стандартов доступности может повлиять на фирменный стиль на сайтах компаний, на правильное восприятие контента пользователями, на удобство интерфейса. Также информация в данных руководствах сложно структурирована. Всё это приводит к тому, что программисты не уделяют постоянного должного внимания требованиям по доступности сайтов для людей с ограниченными возможностями здоровья.

Была поставлена задача проанализировать и систематизировать международный и российский стандарты, а также сформулировать ключевые положения представленных стандартов с целью повышения заинтересованности российского IT-сообщества в создании пользовательских интерфейсов сайтов, в большей степени, чем сейчас, ориентированных на людей с ограниченными возможностями здоровья.

По материалам публикаций [2–6] были выделены четыре группы рекомендаций, которым стоит следовать при создании интерфейса для массовых сайтов.

1. Критерии читабельности текстового контента:

- ◆ блок с текстом не должен превышать 80 знаков в ширину;
- ◆ междустрочный интервал полуторный и более;
- ◆ интервал между параграфами в полтора раза больше, чем интервал между строками;
- ◆ нельзя применять выравнивание текста по ширине блока или окна;
- ◆ должна быть возможность выбирать цвет текста;

- ◆ текст должен быть контрастным, не менее 4,5:1;
- ◆ возможность увеличивать основной текст на 200% без потери читабельности всей страницы.

2. Критерии простоты восприятия контента сайта:

- ◆ содержимое сайта должно быть понятным и лаконичным;
- ◆ определения аббревиатур, редких слов, непривычных словосочетаний и т.д., должны присутствовать в самом тексте или на полях;
- ◆ должны быть элементы помощи пользователю при заполнении данных на сайте, например, инструкция по заполнению данных, подсказки, возможность исправления ошибок;
- ◆ достаточное время для ознакомления пользователя с контентом сайта с учетом вида информации (изображения, текст, видео, звук);
- ◆ не стоит использовать мигания или вспышки каких-либо блоков на странице, а также резкие звуки;
- ◆ следует комбинировать цвета и другие идентификационные знаки для ключевых элементов на странице;
- ◆ у пользователя должна быть возможность выбора цвета фона;
- ◆ медиаконтент должен иметь краткое описание содержания;
- ◆ таблицы должны иметь уровень вложенности не больше трёх;
- ◆ в таблице должно быть не более 15 ячеек.

3. Критерии удобства навигации:

- ◆ каждая страница должна иметь заголовок, который соответствует содержанию данной страницы;
- ◆ соответствие текста ссылки и страницы, на которую эта ссылка указывает;
- ◆ вариативность перехода пользователя по основным разделам сайта, например, карта сайта или строка поиска;
- ◆ активный блок на странице должен выделяться;
- ◆ навигация должна быть предсказуемой и однообразной.

4. Дополнительные инструменты взаимодействия:

- ◆ реализовать возможность управления всем функционалом сайта с помощью клавиатуры;
- ◆ порядок перехода между активными элементами должен соответствовать движению глаз: сверху вниз, слева направо (на рисунке 1 показан пример правильного порядка перехода на сайте университета);
- ◆ отлаженная работа экранного диктора на странице;
- ◆ если изменить сайт в соответствии со всеми вышеперечисленными рекомендациями не удалось, то на сайте должна быть панель комфортного чтения, она поможет добиться положительного эффекта (рис. 2).

Для отлаженной работы экранного диктора, о котором упоминалось ранее, необходимо воспроизводить контент сайта в правильной последовательности и делать акцент в правильных местах. При разработке ключевых элементов, например, таблицы, заголовки и т.д., нужно использовать соответствующие теги:

- ◆ <header> – вводная часть страницы;
- ◆ <footer> – заключительная часть страницы;
- ◆ <section> – раздел документа;
- ◆ <aside> – боковая панель, блок, находящийся сбоку от основного контента для размещения каких-либо меток об информации;
- ◆ <nav> – навигация по сайту;
- ◆ <table> – таблица;
- ◆ <caption> – заголовок таблицы;
- ◆ <tr> – строка таблицы;
- ◆ <th> – заголовок столбца;

- ◆ <td> – столбец таблицы;
- ◆ – нумерованные списки;
- ◆ – нумерованные списки;
- ◆ – атрибут назначения;
- ◆ <button> – кнопка;
- ◆ <details> – детализированная информация;
- ◆ <summary> – заголовок детализированной информации;
- ◆ <role> – атрибут назначения.

Для наименования информационных блоков используются теги и атрибуты:

- ◆ <h1>-<h4> – заголовки 2-4 уровней;
- ◆ role=main – основное содержимое сайтов;
- ◆ role=navigation – элементы, предназначенные для навигации на сайте;
- ◆ role=complementary – информационный блок;
- ◆ role=banner – главный заголовок страницы (логотип или название сайта).

Если на странице несколько раз встречаются блоки с атрибутом role, то необходимо дописывать к каждому подобному блоку описание с помощью атрибута aria-label.

Для корректной работы экранного диктора с графическим контентом необходимо использовать тег . В содержании атрибута "alt" находится информация об изображении.

Также необходимо следить за объемом контента (размер текста, количество ссылок). Если контент в избытке, то это может сильно утомить людей с ограничениями двигательных способностей, а тем, кто пользуется экранными диктором, сильно надоедает прослушивать длинные сообщения.

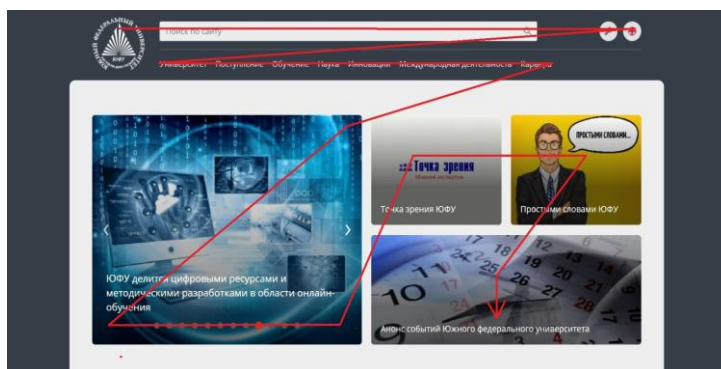


Рис. 1. Пример сайта ЮФУ. При нажатии TAB фокус переключается последовательно по всем ключевым элементам сайта

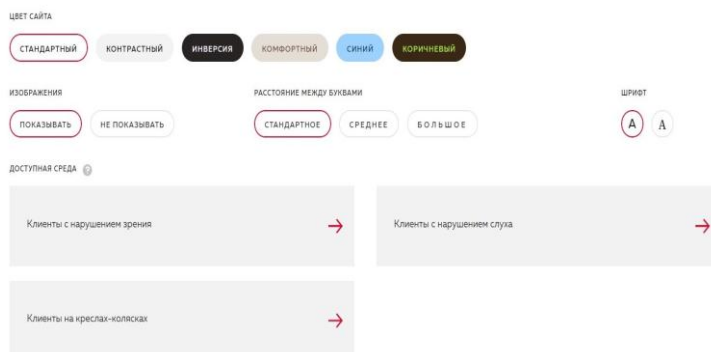


Рис. 2. Пример панели комфортного чтения сайта Росбанка

В данной работе проведён анализ международного и российского стандартов по обеспечению доступности веб-контента. В результате были сформулированы основные реализуемые на практике положения. Использование данных положений поможет обеспечить доступность сайтов для людей с ограниченными возможностями. Если для полностью здоровых людей интернет-сайты – рабочий инструмент и, часто, лишь средство развлечения, то для людей с ограниченными возможностями сайты могут быть жизненно необходимы, поскольку позволяют компенсировать утраченные функции организма, обеспечить общение с внешним миром.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Всемирная организация здравоохранения. ВОЗ публикует первый Всемирный доклад о проблемах зрения. – URL: <https://www.who.int/ru/news/item/08-10-2019-who-launches-first-world-report-on-vision> (дата обращения: 06.03.2021).
2. *Компаниец В.С., Лызь А.Е.* Эргодизайн пользовательского интерфейса: методы юзабилити-исследований // Инженерный вестник Дона. – 2017. – 56 с.
3. ГОСТ Р 52872-2012 Интернет-ресурсы. Требования доступности для инвалидов по зрению. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200103663> (дата обращения: 06.03.2021).
4. *Егорова И.Н., Рыгина В.Е.* Исследование методов оптимизации структуры web-страниц // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2010.
5. Web content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0. – URL: <https://www.w3.org/Translations/WCAG20-ru/WCAG20-ru-20130220/#contents> (дата обращения: 07.03.2021).
6. *Баканов А.С., Обознов А.А.* Эргономика пользовательского интерфейса: от проектирования к моделированию человеко-компьютерного взаимодействия. – М.: Институт психологии РАН, 2011. – 176 с.

И.А. Буланкин

РАЗБОР ИНТЕРФЕЙСА САЙТОВ ПО ПРОДАЖЕ АВИАБИЛЕТОВ: ПОЛУЧИТСЯ ЛИ УЛЕТЕТЬ?

Руководитель – к.т.н., доцент кафедры психологии и безопасности жизнедеятельности В.С. Компаниец

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Давно стало историей время, когда сайты разрабатывались энтузиастами-любителями. Сейчас веб-разработка – это во-многом промышленный процесс производства со своими регламентами, стандартами качества, эффективными технологиями и персоналом самой высокой квалификации. Деятельность по разработке ведут тысячи софтверных компаний, студий. Но даже в условиях жесткой конкуренции за клиента стоимость услуг по разработке остается высокой. В этой связи ожидается, что качество современных веб-сайтов будет безупречным, ведь в их разработке участвовали десятки квалифицированных высокооплачиваемых специалистов. Однако на самом деле это не всегда так. Наверно любой человек сможет привести примеры неудачного опыта взаимодействия с разнообразными сайтами, приложениями. Кто-то ошибался при покупках в интернет-магазинах, кто-то терялся при использовании картографических сервисов, кто-то не мог записаться онлайн на прием к врачу. Разработчики сайтов часто упрекают самих пользователей в низком уровне компьютерной грамотности. Но если даже опытные пользователи ошибаются, то причина, скорее всего, в самом сайте, в его пользовательском интерфейсе. Найти источники проблем взаимодействия с сайтом можно в масштабном юзабилити исследовании, но помочь выявить главные ошибки может даже более простой метод эвристик. Эвристика – это не имеющий строгого обоснования, но полезный на практике алгоритм, дающий приемлемое решение задачи

в большинстве практически значимых случаев. Самые известные эвристики в области юзабилити – это эвристики Якоба Нильсена, сформулированные им еще в 1990 году, но не утратившие своей актуальности [1]. Так для минимизации ошибок пользователя разработчикам интерфейса следовало бы заранее тщательно продумать, где могут быть ошибки, и предусмотреть варианты их предотвращения.

Нами было проведен небольшой анализ сайтов по продаже авиабилетов. Данная тематика выбрана по нескольким причинам. Во-первых, это пример сложного человеко-машинного взаимодействия, когда в пределах одной экранной формы пользователю предлагается работать с большим количеством элементов интерфейса (кнопки, поля ввода, пиктограммы, информационные сообщения). Во-вторых, деятельность авиакомпаний, аэропортов четко налажена, подчинена строгим правилам, расписанию. Поэтому сайты, отклоняющиеся от общепринятой логики, будут легче обнаруживаемы. В-третьих, ошибки пользователя при покупке авиабилета могут иметь серьезные последствия (срыв поездки, опоздание на стыковочные рейсы, утрата багажа и т.п.). Поэтому важно ошибки не допустить и выявить заранее проблемы интерфейса.

В результате анализа были найдены совершенно неприемлемые ситуации, когда находящиеся в топе выдачи поисковика сайты предлагают лететь прямым рейсом из города, где в настоящее время нет гражданского аэропорта (Таганрог), либо отправиться в полет без взрослых группе из 9 детей с 8 младенцами на руках! Ниже представлено описание проблем, которые также могут провоцировать ошибки пользователей.

1. Грамматические ошибки в текстах интерфейса. По всеобщему мнению грамматически неправильное, с ошибками написание текстов свидетельствует о безграмотности их автора и как следствие, его непрофессиональности, а значит, понижает доверие к качеству предлагаемых услуг (рис. 1, 2).

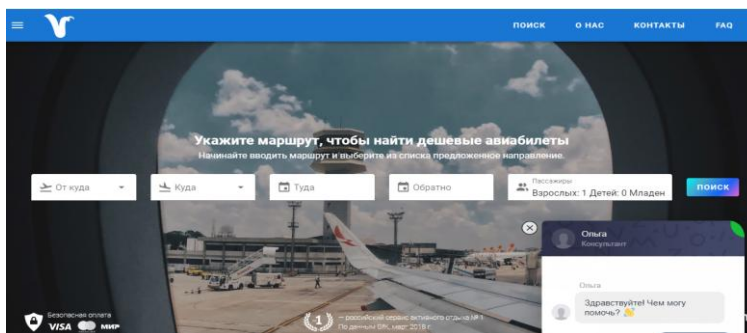


Рис. 1. Грамматическая ошибка на главной странице

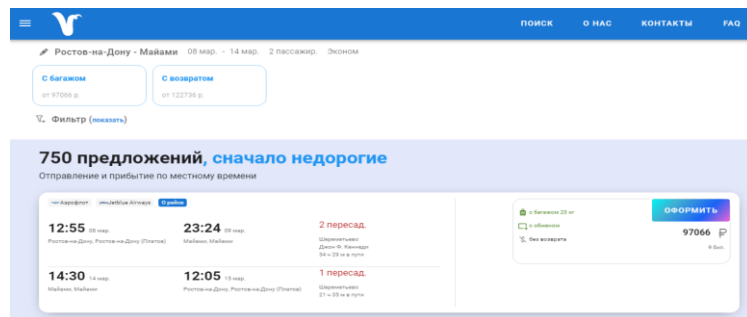


Рис. 2. Опечатка в заголовке текстового блока

На главной странице, в первом слева поле для ввода, сразу же встречается грамматическая ошибка. Это как раз то поле, на которое посетитель смотрит в первую очередь (слева направо), см. рис. 1.

Конечно, чаще всего ошибки допускаются по невнимательности или из-за спешки, вот наиболее частые из них: потеря либо первой, либо последней буквы в слове, дублирование букв, перестановка букв местами, подмена буквой соседней на клавиатуре.

2. Ошибки в логическом содержании. Так, например, на одном из сайтов увидели следующую информацию, представленную на рис. 3. «ПРЯМЫЕ» и «БЕЗ ПЕРЕСАДОК», если прямые, то зачем добавлять «без пересадок»? Если сервис не предоставляет варианты с пересадками, то лучше не давать пользователю возможность нажатия. Это создает впечатление ошибки на сайте или в действиях пользователя.

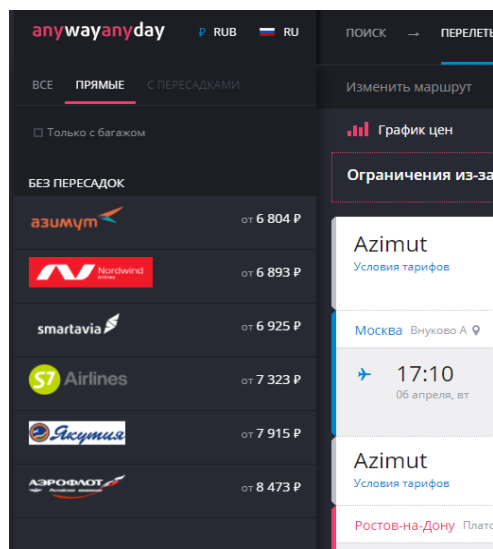


Рис. 3. Пример ошибки в логическом содержании страницы

Еще один пример представлен на рис. 4.

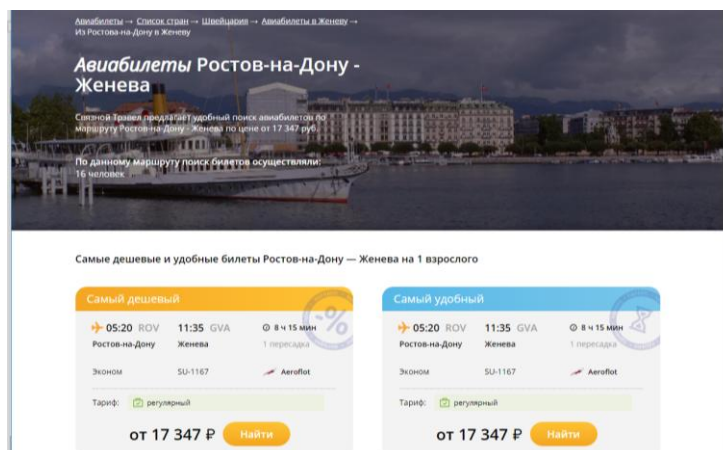


Рис. 4. Пример ошибки в представлении результатов поиска

Сайт сразу предлагает два билета по нужному маршруту – самый удобный и самый дешёвый. В данном случае оба варианта являются одинаковыми. Перед пользователем стоит выбор, который ничего не решает.

В процессе проектирования дизайнеры должны постоянно переключать свой стиль мышления. Периоды генерации идей требуют творческого или «дивергентного» мышления. А периоды тестирования или оценки требуют более логичного или «конвергентного» мышления. Невероятно трудно в совершенстве владеть обоими способами мышления [2].

3. Ошибки перевода иностранного языка. При разработке портала, ориентированного на международную аудиторию, придется решать ряд непростых проблем. В частности, проблему предоставления пользователям актуальной для региона их проживания информации, хотя говорят они на различных языках, живут в разных регионах, но имеют одинаковые запросы и потребности.

На рис. 5 продемонстрирована одна из частых ошибок: страница открывается на русском, но важное сообщение (о требованиях к ношению масок) на английском.

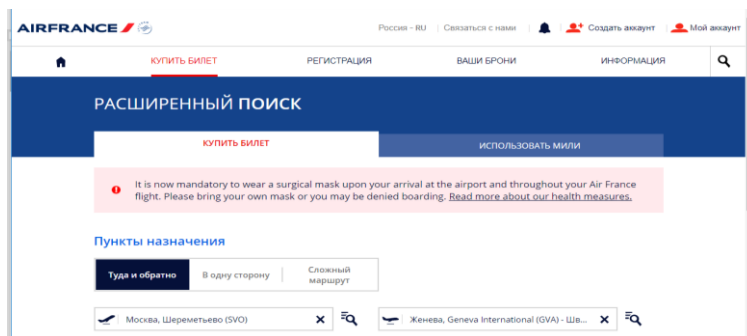


Рис. 5. Ошибка неполной локализации интерфейса на русский язык

4. Перегруженный информацией дизайн. Минималистичный стиль на сайте отражается в лаконичности и простоте композиции. В основе дизайна лежат нейтральные цвета, простые геометрические формы. Конструктивизм и функционализм – истоки современного минимализма [2].

Разберем на примере. На одном из сайтов при выборе билета выдётся много информации, большая часть которой касается программы лояльности, представлено на рис. 6. Эта информация не является важной для большей части пользователей.



Рис. 6. Перегруженный текстом дизайн

После ввода контактной информации на весь экран открывается реклама программы лояльности. Кнопка «Продолжить» в самом низу страницы.

Главный принцип минимализма — оставить на виду у пользователя только важный контент. Дополнительные эффекты, ненужная анимация перегружают сайт, отвлекают пользователя. Подходящие изображения и контент сразу дадут понять, для каких целей создан сайт.

5. Отсутствие учета разных по опыту пользователей. Нужен интерфейс, который пользователи с различным опытом могут интуитивно и эффективно использовать. Обратимся к примеру, представленному на рис. 7. Если пользователь хочет купить «Самый быстрый» билет, то ему необходимо поискать данное обозначение у билета при поиске. Список билетов может быть большим, и поиск нужного билета отнимет время. Опытный пользователь должен иметь доступ к горячим клавишам и более глубокому системному пониманию, а новый пользователь никогда не должен быть брошен в растерянности. Благодаря гибкости интерфейса пользователь может управлять «путешествием», которое наилучшим образом соответствует его возможностям и потребностям.

Быстрый	103*Ж Эл. рег.	Адлер → Ростов-на-Дону → Москва «Двухэтажный» Оценка поезда 9,0	03:08 из Ростова-на-Дону Ростов-Главный	18:23 в Москву Казанский вокзал	15 ч. 15 м.	Купе 15 СВ 2	4 770 Р 11 807 Р	Выбрать места
Самый быстрый	029*И Эл. рег.	Новороссийск → Ростов-на-Дону → Москва «Премиум» Оценка поезда 9,9	03:18 из Ростова-на-Дону Ростов-Главный	18:31 в Москву Казанский вокзал	15 ч. 13 м.	Плац 30 Купе 52 СВ 2	4 187 Р 5 044 Р 14 551 Р	Выбрать места
Быстрый	101*С Эл. рег.	Адлер → Ростов-на-Дону → Москва «Премиум» Оценка поезда 8,8	05:00 из Ростова-на-Дону Ростов-Главный	20:15 в Москву Казанский вокзал	15 ч. 15 м.	Плац 11 Купе 16 СВ 2 Люкс	4 187 Р 6 462 Р 13 581 Р	Выбрать места

Рис. 7. Гибкость и эффективность

Выводы. Проведенный анализ показал, что, несмотря на значительный технологический прогресс в разработке веб-сайтов, существенной остается проблема качества пользовательского интерфейса. Ошибки пользователя, провоцируемые интерфейсом, в ряде случаев действительно могут лишить человека возможности совершить перелет, либо привести к дополнительным расходам.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Компаниец В.С., Лызь А.Е.* Проектирование и юзабилити-исследование пользовательских интерфейсов: учеб. пособие. — Ростов-на-Дону; Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2020. — 112 с.
2. Минимализм в веб-дизайне. — URL: <https://web-valley.ru/articles/tpost/4a6sxgp4b1-minimalizm-v-veb-dizaine> (дата обращения: 10.03.2021).

Д.В. Лаптев, А.Е. Курьс, Р.Р. Гатауллин

РЕАЛИЗАЦИЯ НЕЙРОИНТЕРФЕЙСА В МОБИЛЬНОМ ИГРОВОМ ПРИЛОЖЕНИИ С ПОМОЩЬЮ ГАРНИТУРЫ NEUROSKY

Руководитель – к.т.н., доцент кафедры психологии и безопасности жизнедеятельности В.С. Компаниец

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Приложение с нейроинтерфейсом – это программный продукт, взаимодействие с которым основано на регистрации электрической активности мозга пользователя в виде электроэнцефалограммы. Желание человека совершить какое-либо действие в приложении отражается в изменении ЭЭГ. Съем и предобработка сигналов ЭЭГ в нашем случае осуществляется специальным оборудованием – компактной беспроводной нейрогарнитурой NeuroSky MindWave. Техническая задача, решенная нами, заключается в разработке мобильного приложения, способного обрабатывать поток входных данных с гарнитуры, адекватно распознавать и передавать команды объекту на игровой сцене.

NeuroSky MindWave. NeuroSky MindWave – это компактная гарнитура, основанная на использовании недорогих сухих датчиков, не требующих нанесения проводящего геля для контакта с кожей головы человека. Это позволяет сделать процесс ношения гарнитуры более комфортным. Основными преимуществами NeuroSky является относительно невысокая стоимость (в сравнении с аналогами) и встроенные программные решения, упрощающие обработку собираемых данных [1].

Беспроводная нейрогарнитура NeuroSky MindWave имеет один сухой электрод, крепящийся на лбу и клипсу для крепления парного референтного электрода на мочке левого уха. Благодаря этим датчикам гарнитура способна распознавать как традиционные ритмы головного мозга, так и динамику интегральных показателей концентрации внимания и медитации, а также электрические импульсы при моргании глаз человека. Подробное расположение электродов можно увидеть на рис. 1.

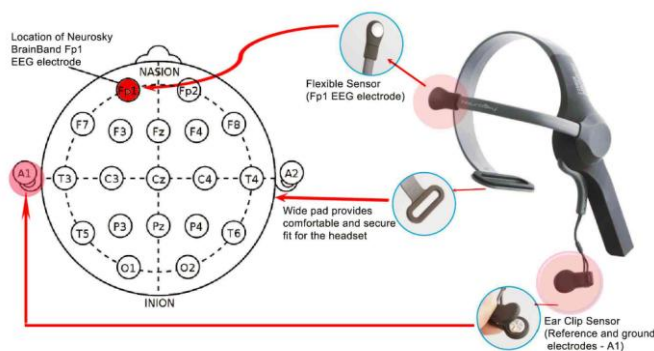


Рис. 1. Нейрогарнитура Neurosky

Гарнитура имеет встроенный BlueTooth модуль, позволяющий сопрягать её с различными устройствами (планшеты, смартфоны или ноутбуки). Через этот канал гарнитура передает с определенным интервалом времени собранные в пакет данные на подключенное устройство.

В гарнитуре реализована аппаратная технология съема и аналого-цифрового преобразования сигнала ThinkGear. Частотный и амплитудный анализ регистрируемых сигналов позволяет дифференцировать пять традиционных ритмов головного мозга: дельта, тета, альфа, бета и гамма. Наблюдаемое у пользователя соотношение ритмов может использоваться для диагностики его функционального состояния и учитываться при интерпретации результатов деятельности. Однако, профессиональная расшифровка, анализ и полная интерпретация ЭЭГ представляют собой очень сложные задачи, требующие от исследователя специальной квалификации. Поэтому в устройстве NeuroSky MindWave реализован алгоритм eSense, позволяющий упростить интерпретацию сигналов за счет выделения всего двух обобщенных показателей – уровня концентрации внимания (A, Attention) и уровня релаксации (M, Meditation), каждый из которых измеряется по 100 балльной шкале.

Взаимодействие NeuroSky и Unity в проекте. Для создания приложения был выбран игровой движок Unity [2]. Он позволяет разрабатывать игры для мобильных платформ, таких как Android, а также имеет значительное количество готовых плагинов для работы с нейрогарнитурой.

Также Unity предоставляет библиотеки для работы с пользовательским интерфейсом: проектирование UI, создание анимаций и их импортирование.

В проекте используются библиотеки NeuroSky Android API [3], помогающие реализовать подключение, принятие и обработку данных с нейрогарнитурой, а также специальный плагин UnityThinkGear [4], позволяющий связать библиотеку с игровым Unity приложением.

Разработка приложения началась с подключения нейрогарнитурой NeuroSky к Unity. Это было сделано путем добавления в проект свободно распространяющегося плагина подключения к Unity. Данный плагин основан на официальных NeuroSky API для Android, представляет собой оболочку, которая производит вызов определенных методов в процессе игры.

На этапе подключения мы столкнулись со следующей проблемой – очень долгая обработка моргания, затрудняющая управление игрой. Проблема была решена созданием собственного алгоритма обработки морганий, со значительно большей чувствительностью. Однако в результате иногда в игре происходит ложное срабатывание, когда человек не моргал, а например, сильно сжимал челюсти или морщил лоб. Следует признать, что подобные артефакты есть и в фирменных продуктах NeuroSky, и скорее всего связано с пределом технических возможностей данной модели гарнитур.

Если кратко описать структуру взаимодействия NeuroSky с приложением, то выходит следующее:

- 1) Сформированный пакет данных, содержащий сырые данные, отправляется от гарнитур в обработчик NeuroSky.
- 2) Данные обрабатываются и предоставляются в нужном виде плагину UnityThinkGear.
- 3) Плагин передает полученные данные в виде сообщений объекту на игровой сцене.
- 4) Сообщения вызывают определенные функции в скрипте ThinkGearController, которые в свою очередь вызывают игровые события.

На рис. 2 проиллюстрирована описанная схема взаимодействия между движком Unity и NeuroSky MindWave.

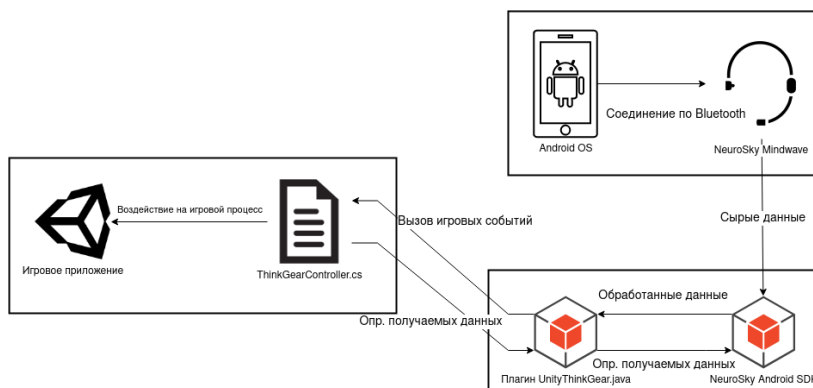


Рис. 2. Архитектура взаимодействия NeuroSky и игрового приложения

Мобильное приложение. Игра, по первоначальной задумке рассчитана на детей младших классов школы. С целью привлечения детской аудитории использовались простая стилистика и приятная светлая цветовая гамма. С той же целью как основная платформа были выбраны мобильные устройства на базе Android. Приложение представляет собой набор различных мини-игр, где управление происходит при помощи гарнитуры NeuroSky. Целью создания приложения было развить способность школьников управлять своим вниманием, а также сделать их менее рассеянными, чтобы они лучше справлялись с учебными заданиями в школе.

Так, на уровне Ice cream, Fishing и Flex game управление происходит за счет моргания глаз игрока. В мини-играх Puff the ring и Don't fall гарнитура отслеживает уровень концентрации игрока на протяжении определенного времени.

Разнообразие мини-игр с несколькими видами механик взаимодействия (моргание, медитация, концентрация) позволяют игроку варьировать нагрузку и выбирать тот тип активности, который он хочет улучшить. Визуальное оформление мини-игр и меню с перечнем уровней представлено на рис. 3.

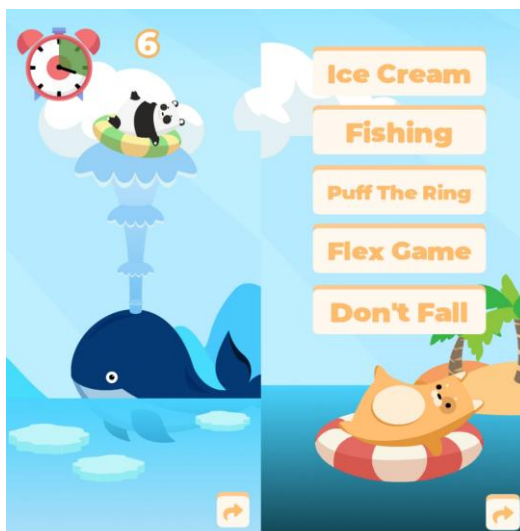


Рис. 3. Мини-игра Don't fall и главное меню

Сочетание NeuroSky MindWave и Unity, предоставляющего библиотеки и плагины для взаимодействия с получаемыми от гарнитуры данными, позволяет легко интегрировать в проект управление при помощи нейроинтерфейсов. На данный момент в приложении реализованы 5 мини-игр, но благодаря настроенному взаимодействию с NeuroSky и простоте игрового движка, количество игр в наборе можно быстро наращивать.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Официальная документация Neurosky. – <http://developer.neurosky.com/docs/doku.php?id=start>. – Режим доступа: свободный (дата обращения: 9.03.2021).
2. Официальный сайт игрового движка Unity. – <https://unity.com/solutions/game>. – Режим доступа: свободный (дата обращения: 10.03.2021).
3. Android Developer Tools 4.2 / <https://store.neurosky.com/products/android-developer-tools-4>. – Режим доступа: свободный (дата обращения: 10.03.2021).
4. Репозиторий Git Hub NeuroSkyUnityThinkGearPlugins. – <https://github.com/NeuroSkyWuxi/NeuroSkyUnityThinkGearPlugins>. – Режим доступа: свободный (дата обращения: 9.03.2021).
5. An Investigation of University Students' Attention Levels in Real Classroom Settings with NeuroSky's MindWave Mobile (EEG) Device. – https://www.researchgate.net/publication/290012755_An_Investigation_of_University_Students%27_Attention_Levels_in_Real_Classroom_Settings_with_NeuroSky%27s_MindWave_Mobile_EEG_Device. – Режим доступа: свободный (дата обращения: 11.03.2021).
6. Источники электрической активности областей мозга, вовлеченных в воображение движений. – <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41319282>. – Режим доступа: свободный (дата обращения: 12.03.2021).
7. Интерактивность и нейроинтерфейс – современная парадигма развития кинематографа? – <http://nikfi.ru/2019/03/14/interaktivnost-i-nejrointerfejs-sovremennaya-paradigma-razvitiya-kinematografa>. – Режим доступа: свободный (дата обращения: 12.03.2021).
8. Using Neurofeedback to Teach Self-Regulation to Children Living in Poverty. – https://www.researchgate.net/publication/282649232_Using_Neurofeedback_to_Teach_Self-Regulation_to_Children_Living_in_Poverty. – Режим доступа: свободный (дата обращения: 12.03.2021).

М.Э. Свежов

ВИРТУАЛЬНАЯ ПРИМЕРКА, КАК НОВЫЙ МЕТОД ЧЕЛОВЕКО-МАШИННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В ОНЛАЙН-ТОРГОВЛЕ ОДЕЖДОЙ

Руководитель – к.т.н., доцент кафедры психологии и безопасности жизнедеятельности В.С. Компаниец

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Возвращение онлайн-покупок – огромная проблема для интернет-магазинов. Продавец несет затраты на упаковку и доставку товара, при возврате которого стоимость затрат увеличивается вдвое. Для организации логистики возврата товаров приходится задействовать часть сотрудников офиса, у курьеров возникает дополнительная нагрузка, да и сам процесс возврата занимает время, к тому же существует риск, что возвращенные товары не получатся перепродать [1]. По разным оценкам общемировые годовые убытки онлайн-ритейла достигают \$400 млрд.

В поисках решения данной проблемы в индустрии продаж одежды появилась достаточно инновационная технология – «виртуальная примерка». Виртуальная примерка – это метод человеко-машинного взаимодействия, позволяющий человеку с помощью программно-аппаратного комплекса средств получить «виртуальный аватар», в идеале полностью соответствующий пропорциям оригинала (чело-

века) и осуществлять примерку изделий различного характера: одежда, обувь, аксессуары и т.д. Тем самым покупатель сможет точнее выбрать размер, фасон, цветовую гамму приобретаемых товаров и объемы возвратов потенциально должны снизиться. В связи с изменением современного мира (дистанцирование) технология виртуальной примерки перешла на новый уровень и стала востребована в гораздо большей степени, в том числе в научном сообществе (рис. 1).

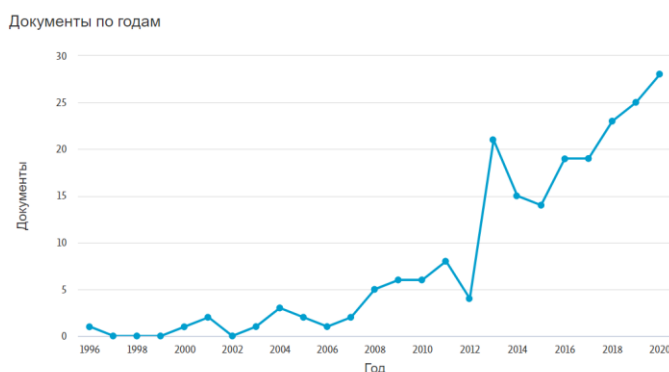


Рис. 1. Число публикаций Scopus по годам

На рисунке (см. рис. 1) показан график числа публикаций по ключевому слову «virtual fitting (виртуальная примерка)» в базе данных Scopus.

Был проведен анализ результатов интеллектуальной деятельности (далее РИД), с целью определения актуальных видов технологии виртуальной примерки.

На основе данного анализа было выделено несколько видов виртуальных примерок:

1. Виртуальное зеркало.
2. Создание модели по фото.
3. Создание 3D модели.
4. Виртуальная комната.

Рассмотрим каждый вид подробнее.

Виртуальное зеркало – вид виртуальной примерки, в котором программно-аппаратным комплексом является зеркало со смарт-функциями. Такое зеркало позволяет в реальном времени осуществить примерку потенциального к покупке изделия. При этом используется лишь изображение человека, а фото изделия накладывается поверх него. Следовательно, данный метод не может дать достоверных данных о посадке изделия на фигуру человека, а лишь показывает визуальную сторону образа. Виртуальное зеркало используется в офлайн магазинах крупных брендов, поскольку процесс изготовления данного зеркала очень дорогостоящий и трудоемкий.

Создание модели по фото – вид виртуальной примерки, при котором на заранее созданную базовую 3D модель накладывается изображение человека, однако без уточнения размерных признаков. Благодаря этому 3D модели придают внешние уникальные черты оригинала (человека), но подбирать одежду по размерным признакам технология не позволяет.

Создание 3D модели – вид виртуальной примерки, в котором используется технология создания реалистичной виртуальной модели человека с максимально приближенными размерными признаками. Такой вид примерки достаточно точен и может быть эффективным при выборе одежды.

Виртуальная комната – вид виртуальной примерки, отличительной особенностью которого является обстановка виртуального аватара в момент примерки, где меняется фон, освещение и другие внешние характеристики пространства. Данный вид виртуальной примерки может включать и другие виды, например «создание 3D модели», что делает его особенно показательным с точки зрения цели виртуальной примерки.

Для поиска научных публикаций и результатов интеллектуальной деятельности были выбраны следующие источники информации:

- ◆ ФИПС [5].
- ◆ Scopus [17].
- ◆ Espacenet [11].
- ◆ Patentscope [16].
- ◆ РИНЦ [10].

Для поиска РИД использовались ключевые слова – «3D fitting» и «virtual fitting».

В табл. 1 приведены результаты сравнения популярности использования различных видов виртуальной примерки, где А – виртуальная комната, В – виртуальное зеркало, С – создание модели по фото, D – создание 3D модели. Анализ РИД производился на основе реферативной информации, опубликованной в официальном бюллетене.

Таблица 1

Сравнение популярности видов виртуальной примерки среди РИД

Код страны, № свидетельства	Название	A	B	C	D
RU2615911C1	Способ и система построения реалистичного 3d аватара покупателя для виртуальной примерочной [2]				+
RU2017131747A	Способ удаленной примерки и/или выбора одежды с помощью онлайн 3D примерочной [3]				+
US20200302693	Generating and presenting a 3d virtual shopping environment [18]	+			
US20200193713	Smart mirror for location-based augmented reality [20]		+		
US20200066029	Method of generating an image file of a 3d body model of a user wearing a garment [7]			+	
US20200034918	Method system and medium for generating virtual contexts from three dimensional models [14]	+			
US20200183969	Method, System, and Device of Virtual Dressing Utilizing Image Processing, Machine Learning, and Computer Vision [21]				+
US20170345089	Frameworks and methodologies configured to enable generation and utilization of three-dimensional body scan data [22]				+
US9773274	System and method for online virtual fitting room [6]	+			
CN110009442	Mobile phone finger screen-swiping clothes changing system [12]		+		
106933976	Pure 3d human model building method and application thereof to 3d fitting [13]				+
106339929	3d fitting system [15]			+	
205433033	3d fitting mirror [19]		+		
105894573	3d imaging fitting room and imaging method thereof [8]	+			
US20200312021	Dynamic image capture system [9]			+	
RUS2013617849	Программа комплексной обработки изображений разных спектральных диапазонов в реальном времени («комбинированное изображение») [4]			+	+
Всего		4	3	4	6

По результатам сравнения отобранных РИД, представленных в табл. 1, можно сделать следующий вывод – самыми популярным видом виртуальной примерки является создание 3D модели.

Данную популярность можно объяснить наилучшим среди альтернатив сходством с человеком созданием виртуальной модели, которая отражает параметры человека точно и в полном объеме. Такой вид виртуальной примерки позволит потенциальному покупателю более точно оценить, подходит ли ему то или иное изделие или нет, и, как следствие, снизить процент возврата товаров в магазины. В то же время такой вид виртуальной примерки, как виртуальное зеркало почти не популярно среди РИД. Это можно объяснить сложностью и дороговизной технологии.

Таким образом мы рассмотрели такое понятие как «виртуальная примерка», выявили ее виды и определили наиболее популярный вид виртуальной примерки среди результатов интеллектуальной деятельности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Амера Карлос*. Возврат товара убивает онлайн-бизнес. – URL: <https://marketmedia.ru/media-content/vozvrat-tovara-ubivaet-onlayn-biznes/> (доступ свободный), (дата обращения 07.03.2021).
2. *Пластинин Сергей Аркадьевич, Резников Владимир Борисович, Шапилов Олег Витальевич*. Способ и система построения реалистичного 3d аватара покупателя для виртуальной примерочной. RU2615911C1. ФИПС.
3. *Силин Григорий Владимирович*. Способ удаленной примерки и/или выбора одежды с помощью онлайн 3D примерочной. RU2017131747A. ФИПС.
4. *Фальков Э.Я., Головнев И.Г.* Программа комплексной обработки изображений разных спектральных диапазонов в реальном времени («комбинированное изображение»). RUS2013617849. РИНЦ.
5. ФИПС: Федеральный институт промышленной собственности: сайт. – М.: 2000-2020. – URL: <https://www1.fips.ru> (дата обращения: 07.03.2021г). - Режим доступа: открытый. – Текст: электронный.
6. *Brodsky Yuliya, Straub Donald E., Zapadisky Evgeni*. System and method for online virtual fitting room US9773274 Scopus.
7. *Chen Yu., Shankar Sukrit, Shin Dongjoe*. Method of generating an image file of a 3d body model of a user wearing a garment. US20200066029. Scopus.
8. *Chen Haiping, Xiong Zhao*. 3d imaging fitting room and imaging method thereof. 105894573. Patentscope.
9. *Dougherty Wren*. Dynamic image capture system. US20200312021. Scopus.
10. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека: сайт. – М., 2000. – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 07.03.2021). – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей. – Текст: электронный.
11. Espacenet: Patent search: сайт. – 2021 – URL: <https://worldwide.espacenet.com> (дата обращения: 07.03.2021г). – Режим доступа: открытый. – Текст: электронный.
12. *Huang Min, Li Guanyong*. Mobile phone finger screen-swiping clothes changing system. CN110009442. Espacenet.
13. *Huang Yuanhao, Xiao Zhenzhong, Liu Long, Xu Xing*. Pure 3d human model building method and application thereof to 3d fitting. 106933976. Patentscope.
14. *Naware Mihir, Chhugani Jatin, Su Jonathan*. Method system and medium for generating virtual contexts from three dimensional models. US20200034918. Scopus.
15. *Pan Jianfeng*. 3d fitting system. 106339929. Patentscope.
16. Patentscope: сайт. – 2021. – URL: <https://patentscope.wipo.int> (дата обращения: 07.03.2021г). – Режим доступа: открытый. - Текст: электронный.
17. Scopus: Expertly curated abstract and citation database: сайт. – 2021. – URL: <https://www.scopus.com> (дата обращения: 07.03.2021). – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей. – Текст: электронный.

18. Singh Neha, Dong Ji, Barr Grace. Generating and presenting a 3d virtual shopping environment. US20200302693. Scopus.
19. Yuan Jun. 3d fitting mirror. 205433033. Patentscope.
20. Wagner Melanie, Braverman Andrew, Chang Garrett. Smart mirror for location-based augmented reality. US20200193713. Scopus.
21. Wiesel Yael, Appleboim Nir, Kristal Alon. Method, System, and Device of Virtual Dressing Utilizing Image Processing, Machine Learning, and Computer Vision. US20200183969. Scopus.
22. WU Tsung-Yuan, Ray Dipra. Frameworks and methodologies configured to enable generation and utilization of three-dimensional body scan data. US20170345089. Scopus.

В.Г. Прысь

ЦИФРОВАЯ ИЛИ БУМАЖНАЯ КНИГА: ЧТО ВЫБРАТЬ?

Руководитель – к.т.н., доцент кафедры психологии и безопасности жизнедеятельности В.С. Компаниец

Южный федеральный университет, г. Таганрог

В статье обосновывается актуальность развития цифровых книг. Описаны основные достоинства и недостатки цифровых и традиционных бумажных книг. Представлены причины предпочтения цифрового контента студентами.

Бумажная книга, веб-приложение, цифровая книга, дополненная реальность, цифровые устройства.

Введение. Интернет – это лучший инструмент для поиска ответов и вопросов, которые так нужны. Поскольку подавляющее большинство продуктов доступно в интернет-магазинах, то не нужно выходить из дома, чтобы получить что-нибудь, что есть в списке желаний читателя, включая книги, фильмы, игры или аудиокниги.

Актуальность темы состоит в том, что с ростом числа технически подкованных людей каждый поставщик переводит свои услуги в цифровую форму, чтобы обслуживать большое сообщество цифровых пользователей.

Печатные книги и современные веб-приложения для чтения электронных книг – это давний спор. Есть и будут люди, которые поддерживают как печатные, так и электронные книги. С ростом числа технически подкованных людей каждый поставщик услуг переводит свои услуги в цифровую форму, чтобы обслуживать большое сообщество цифровых пользователей. Издательское дело также является одной из таких отраслей, которая вступила в эпоху цифровых технологий, чтобы сделать чтение книг более удобным для людей [1].

При чтении электронной книги в веб-приложении пользователю ничего из этого не понадобится:

- ◆ специальное устройство, такое как электронная книга Kindle;
- ◆ приложение для чтения электронных книг на телефоне;
- ◆ расширение для интернет-браузера.

Цифровая или бумажная книга: что выбрать? Школы и корпоративные организации все чаще переходят на веб-приложения для чтения электронных книг в учебных целях, потому что веб-приложения лучше приспособлены для того, чтобы обеспечить пользователям увлекательный процесс обучения и чтения.

Цифровые публикации уже давно преобладают над печатными версиями. Но издатели печатных изданий по-прежнему сильны, несмотря на натиск цифровых устройств и их кажущуюся растущую популярность.

Если сравнить бумажную книгу и веб-приложение, то можно обнаружить, что, хотя печатные книги в твердом переплете очень любят за их подлинность и ощущение, веб-приложения для электронных книг более функциональны и намного удобнее с точки зрения удобства переноски.

В наши дни веб-приложения для электронных книг оснащены функциями, позволяющими регулировать яркость экрана в зависимости от времени суток и предпочтений пользователя. Многие электронные книги можно использовать даже в темноте с подсветкой, которая не утомляет глаза и не мешает окружающим. Пользователи могут также изменять вид и размер шрифта текста. По сути, веб-приложения обеспечивают большую защиту глаз читателей.

В одном веб-приложении может быть загружено много книг. Бумажные книги бывает трудно носить с собой, особенно книги в твердом переплете. Для того, чтобы воспользоваться веб-приложением для чтения книг, достаточно иметь устройство, к примеру телефон, и доступ в интернет. Студенты извлекают из этого максимальную пользу, поскольку им не нужно каждый день носить с собой сумку, полную книг.

Стоимость печатных книг выше электронных, так как печатные книги крупных издательств связаны со значительными накладными расходами, включая офисные помещения, коммунальные услуги, льготы и заработную плату сотрудников. Другие расходы включают печать, редактирование, маркетинг и распространение. Кроме того, издатели берут на себя значительный риск, публикуя тираж автора без гарантии, что данное издание будет успешно. Все эти факторы влияют на окончательную цену, которую читатели платят за печатную книгу.

Так как цифровая техника является неотъемлемой частью нашей жизни, то электронные книги можно загрузить в каталог книг, которые пользователь собирается прочитать или читает. Поэтому можно в любой момент открыть веб-приложение и начать читать книгу. Студенты и сотрудники могут изучать учебные материалы дома и даже во время путешествий. Это удобно для людей в дороге. В отличие от печатных книг, которые необходимо заказывать или покупать в книжном магазине, с потерей времени на ожидание доставки или поездку в книжный магазин, читатели могут легко получить доступ к любой электронной книге в любое время и в любом месте.

На рис. 1 представлены 6 причин предпочтения цифрового контента студентами [2].

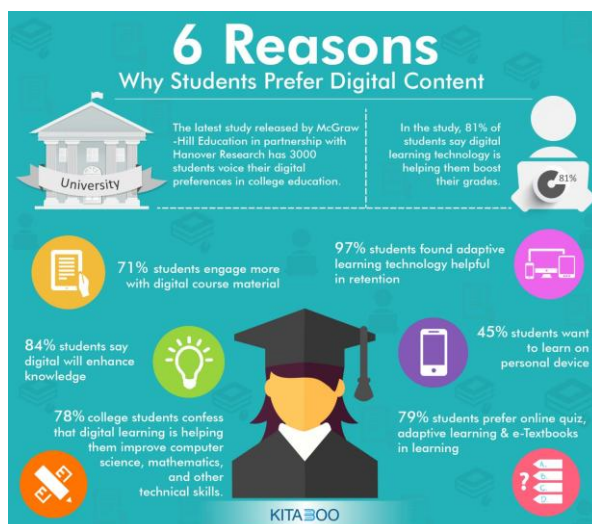


Рис. 1. Причины предпочтения цифрового контента студентами

McGraw-Hill Education – американская обучающая компания и одно из «большой тройки» образовательных издателей, которые предоставляют индивидуализированный образовательный контент, программное обеспечение и услуги для детей дошкольного и последипломного образования.

Hanover Research (также обычно называемый Hanover), является американской консультационной фирмой по индивидуальным исследованиям, анализу данных и предоставлению грантов, обеспечивающей первичные исследования, вторичные исследования, анализ данных и стратегии развития грантов.

Последнее исследование, опубликованное компанией в партнерстве с Hanover Research, имеет 3000 студентов, которые высказали свои цифровые предпочтения при обучении в колледже:

- ◆ 81 % студентов заявили, что цифровые технологии обучения помогают им повысить свои оценки;
- ◆ 71 % студентов больше занимаются цифровым курсовым материалом;
- ◆ 97 % студентов сочли адаптивную технологию обучения полезной для удержания;
- ◆ 84 % студентов говорят, что цифровые технологии улучшают знания;
- ◆ 45 % студентов хотят учиться на персональном устройстве;
- ◆ 78 % студентов колледжей признаются, что цифровое обучение помогает – они совершенствуют компьютерные науки, математику и другие технические навыки;
- ◆ 79 % студентов предпочитают онлайн-викторины, адаптивное обучение и электронные учебники в обучении.

Помимо вышеописанного, можно поделиться печатной книгой с одним человеком за раз, но электронной книгой можно поделиться сразу со многими людьми. Студенты и школьники могут использовать эту функцию для сотрудничества со своими сверстниками.

Дополненная реальность подняла возможности веб-приложений для цифровых книг на совершенно новый уровень. Тексты и изображения теперь могут быть встроены с помощью расширенного трехмерного визуального элемента, который появляется на экране пользователя. Читатели могут просматривать созданную на компьютере 3D-модель изображения, что делает чтение и обучение более захватывающим. Пользователю достаточно навести устройство на изображение или текст, и на его экране отобразится расширенная версия изображения.

Многие образовательные учреждения и организации внедряют технологию «чтение вслух» в свои веб-приложения, чтобы улучшить взаимодействие с пользователем. Большинство веб-приложений для чтения цифровых книг разработаны с функциями преобразования текста в речь или чтения вслух. Это позволяет людям слушать электронные книги, если они слишком заняты, чтобы читать их, например, за рулем или во время выполнения каких-либо дел. Данная функция также полезна для детей и взрослых с нарушением обучаемости или нарушениями зрения. Также это полезно, чтобы помочь пользователю понять, как произносится определенное слово.

Включение интерактивных функций в веб-приложениях делает чтение более увлекательным. В цифровые книги можно встраивать аудио и видео. Могут быть включены внешние ссылки для предоставления дополнительной информации. Пользователь может даже добавить в закладки определенную страницу или быстро и без усилий найти слово. Также пользователь может делать аннотации.

Большинство издателей и почти все книжные интернет-магазины предлагают читателям возможность «попробовать» книгу перед покупкой. Многие авторы также предлагают бесплатное чтение ознакомительного фрагмента книги, чтобы читатель смог понять, нравится ли ему тематика данной книги или нет.

Данная идея экологичный вариант. Веб-приложения, в которых можно загрузить электронную книгу, безопасны для окружающей среды. Также это полностью исключает процесс печати на бумаге, что сокращает расходы на печать для издателей. Ежегодно издается около 2,2 миллиона книг с использованием около 3 миллионов деревьев [3]. Если бы эти бумажные печатные книги были заменены цифровой электронной книгой, это могло бы спасти все эти деревья от вырубки. Помимо вырубки деревьев, также увеличивается углеродный след за счет транспортировки сырья, производственного процесса на заводе и конечной отгрузки. Все эти процессы можно устранить с помощью веб-приложений для чтения электронных книг. Таким образом, веб-приложения лучше для окружающей среды в целом.

Заключение. Электронные книги открыли новый мир, полный безграничных возможностей. Можно продавать свои книги снова и снова, без затрат на печать, без необходимости иметь дело с редакторами и издателями.

Печатные книги, безусловно, имеют традиционную ценность, но веб-приложения – это то, что полностью изменит процесс чтения и обучения в ближайшем будущем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Какое будущее ждёт электронные книги? – URL: <https://readrate.com/rus/news/kakoe-budushchee-zhdyot-elektronnye-knigi> (доступ свободный).
2. Infographic: 6 Reasons why Students Prefer Digital Content – URL: <https://kitaboo.com/6-reasons-students-prefer-digital-content/> (доступ свободный).
3. Почему электронные книги лучше и удобнее бумажных? – URL https://amazonkindle.by/blog/pochemu_elektronnye_knigi_luchshe_i_udobnee_bumazhnyh.html (доступ свободный).
4. ГОСТ 7.1-2003 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления. – URL: <http://protect.gost.ru/document.aspx?control=7&id=129865> (доступ свободный).

СОДЕРЖАНИЕ

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ	3
ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ	3

Секция 1. ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Информационная безопасность автоматизированных систем

Е.А. Толоманенко ПОСТРОЕНИЕ ПОЛИНОМОВ ЖЕГАЛКИНА ДЛЯ ОПИСАНИЯ РАБОТЫ БЛОКОВ ЗАМЕНЫ В СИММЕТРИЧНЫХ ШИФРАХ	5
К.С. Романенко ОБЗОР БЛОКЧЕЙН-ПЛАТФОРМ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ СМАРТ-КОНТРАКТОВ	9
В.Д. Салманов, Д.М. Шевцов, С.С. Батагов АТАКИ НА КЛЮЧЕВЫЕ КОМПОНЕНТЫ БЛОКЧЕЙН ПЛАТФОРМ	13
В.О. Кравченко, П.В. Разумов ПОСТКВАНТОВЫЕ КРИПТОГРАФИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ И ИХ МОДИФИКАЦИИ	15
Н.Н. Сероштан МЕТОДЫ АТАК НА БИОМЕТРИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ АУТЕНТИФИКАЦИИ ...	19
Д.А. Потапова, Е.А. Максимова ОЦЕНКА ПО ФСТЭК ОБЪЕКТОВ КРИТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА ПРИМЕРЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ	23
М.Е. Каменнов МЕТОДИКА КЛАССИФИКАЦИИ ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ УРОВНЯ ЗЛОУМЫШЛЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОБЪЕКТЕ ИНФОРМАТИЗАЦИИ В ПРОЦЕССЕ ФОРМИРОВАНИЯ ТИПОВОЙ МОДЕЛИ НАРУШИТЕЛЯ	26
А.А. Зеленский РАЗРАБОТКА МОНИТОРА БЕЗОПАСНОСТИ ОТ ДЕСТРУКТИВНЫХ ВЛИЯНИЙ ВЕБ-САЙТОВ И СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ ИНТЕРНЕТА	29
И.О. Кадина ОСОБЕННОСТИ ТОЛЕРАНТНОСТИ К НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ И КОПИНГ-СТРАТЕГИЙ СОТРУДНИКОВ ОРГАНОВ ВНУТРЕННИХ ДЕЛ	34
П.В. Разумов ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ XSS-АТАК И СПОСОБОВ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ ИМ	37
Е.С. Лопатина ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В СИСТЕМЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ	41
Н.Г. Ляшенко, К.С. Рысятова, Л.Н. Чемеригина ПОСТКВАНТОВАЯ СХЕМА ШИФРОВАНИЯ, ОСНОВАННАЯ НА СУПЕРСИНГУЛЯРНЫХ ИЗОГЕНИЯХ	44
Е.А. Маро СРЕДСТВА МОДЕЛИРОВАНИЯ УТЕЧЕК НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ШИФРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ	48
В.Д. Михайлова, М.Г. Шулика РАЗРАБОТКА ФРЕЙМВОРКА ДЛЯ АНАЛИЗА УГРОЗ И ПОСЛЕДСТВИЙ АТАК КФС	51
Д.А. Туманов, Е.С. Абрамов КЛАССИФИКАЦИЯ ИНДИКАТОРОВ КОМПРОМЕТАЦИИ ПО ИНДУСТРИЯМ ДЛЯ ИХ ДАЛЬНЕЙШЕЙ АКТУАЛИЗАЦИИ	55

В.В. Лапшичѳв РЕАЛИЗАЦИЯ АНАЛИЗА ТРАФИКА СЕТИ TOP НА БАЗЕ MIKROTIK И SURICATA.....	58
В.С. Стародубцев, С.А. Бобрышев АНАЛИЗ ЭМОЦИОНАЛЬНОЙ ОКРАСКИ ТЕКСТА.....	60
<i>Информационная безопасность телекоммуникационных систем</i>	
Д.В. Темрин, В.С. Яцемирская ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАЩИЩЕННОЙ ОПТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ В ПРОЦЕССЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГРУППЫ БПЛА НА МЕСТНОСТИ.....	64
А.С. Зимовнов, В.Н. Столбин, К.С. Григорян СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ШИФРОВ: ACE, SPIX И SPOC.....	68
А.И. Плаван, И.С. Поздняк ВЫЯВЛЕНИЕ АНОМАЛИЙ В СЕТЕВОМ ТРАФИКЕ ПО КРИТЕРИЮ СРЕДНЕКВАДРАТИЧЕСКОЙ ОШИБКИ ФИЛЬТРАЦИИ ЛИНЕЙНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ	70
Р.С. Зорин, Д.С. Ростенко, Н. Ба Хун ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРУКТУРИРОВАННОЙ КАБЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ В ЗДАНИИ.....	74
Махмуд Хуссейн Ахмед Махмуд СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ С МУЛЬТИПЛЕКСИРОВАНИЕМ ОПТИЧЕСКИХ ПОДНЕСУЩИХ, ИСПОЛЬЗУЮЩЕЙ ФОРМАТ МОДУЛЯЦИИ QPSK	77
Д.Л. Ву АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ СРЕДНЕГО БИЗНЕСА	81
М.Б. Гострый ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТИ ПРАВИЛЬНОГО ОБНАРУЖЕНИЯ ЗАКЛАДНОГО УСТРОЙСТВА ЗА СЧѳТ КОНТРОЛЯ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ ГАРМОНИК ИЗЛУЧАТЕЛЯ	83
Д.А. Цыцорин ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ КВАНТОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ.....	86
А.Н. Боброва, Р.Р. Партоян, А.А. Голуков АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ АКТИВНОЙ ЗАЩИТЫ ОТ УТЕЧКИ АКУСТИЧЕСКОЙ И ВИБРАЦИОННОЙ ИНФОРМАЦИИ	89
Р.В. Ширяев, Ю.П. Топилина, Т.Н. Чан КАК РОССИЯ РАЗВИВАЕТ СИСТЕМУ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ	91
М.А. Кажемский ВЛИЯНИЕ ТИПА ВЕЙВЛЕТА НА КАЧЕСТВО ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЯ ХЕРСТА ПРИ ФРАКТАЛЬНОМ АНАЛИЗЕ ТРАФИКА.....	94
Н.Н. Самарин, О.И. Шелухин ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ОЦЕНКИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗ ИСХОДНЫХ ТЕКСТОВ	99
Н.С. Каунов ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫБОРОВ С ПОМОЩЬЮ БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГИИ С РАСПРЕДЕЛѳННЫМ РЕЕСТРОМ	100
Х.Х.Ш. Шакир АРХИТЕКТУРА ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ КВАНТОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КЛЮЧА ПО ПРОТОКОЛУ B92.....	103

П.Д. Миронова СИНХРОНИЗАЦИЯ СТАНЦИЙ СИСТЕМЫ КВАНТОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КЛЮЧА НА ОСНОВЕ ПОРОГОВОГО ТЕСТА ДЛЯ ОТСЧЕТОВ СО СМЕЖНОЙ ПАРЫ ВРЕМЕННЫХ СЕГМЕНТОВ	107
Я.К. Миронов СИНХРОНИЗАЦИЯ СТАНЦИЙ СИСТЕМЫ КВАНТОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КЛЮЧА С ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫМ ОПРОСОМ УЧАСТКОВ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОЙ ЛИНИИ С УБЫВАЮЩЕЙ ДЛИНОЙ.....	109
И.Ш. Ахаладзе, С.В. Кравцов СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОБЪЕМНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ.....	112
О.П. Скачко, А.И. Олейникова, И.В. Гладких МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ КВАНТОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КЛЮЧЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ФРЕЙМВОРКОВ ДЛЯ ОБМЕНА ДАННЫМИ В СЕТИ ИНТЕРНЕТ	117
Н.Н. Малиновский СИСТЕМА ОБМЕНА АУТЕНТИФИКАЦИОННЫМИ ДАННЫМИ ПО ОПТИЧЕСКОМУ КАНАЛУ LI-FI	120
В.А. Прудников ПРОГРАММНЫЙ ИНСТРУМЕНТ АНАЛИЗА НЕЛИНЕЙНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КРИПТОГРАФИЧЕСКИХ ПОДСТАНОВОК, ИСПОЛЬЗУЮЩИЙ МНОГОПОТОЧНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ.....	123
Д.Е. Шкундина СТАНОВЛЕНИЕ И ОБЗОР БЛОКЧЕЙН ТЕХНОЛОГИЙ.....	125
К.С. Григорян, В.Н. Столбин ЗАЩИЩЕННАЯ СИСТЕМА ПЕРЕДАЧИ РЕЧЕВОЙ ИНФОРМАЦИИ	128

Секция 2. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ

Л.В. Пирская ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА НА ОСНОВЕ ДЕЛЬТА-ПРЕОБРАЗОВАНИЙ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ И НАВИГАЦИИ.....	133
К.А. Ляшенко ОБЗОР МЕТОДОВ ГЕНЕРАТИВНОГО ДИЗАЙНА В СРЕДЕ КОМПЬЮТЕРНОГО 3D МОДЕЛИРОВАНИЯ BLENDER	134
Д.М. Абакумов АТАКА НА КОРПОРАТИВНЫЕ БЕСПРОВОДНЫЕ СЕТИ С ЗАЩИТОЙ WPA2-Enterprise	138
А.А. Дубовиков РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО И ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПОКУПКИ И ПРОДАЖИ АВТОМОБИЛЕЙ	142
А.А. Дубовиков РАЗРАБОТКА ИГРОВОГО МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ В СРЕДЕ UNITY ПОД ПЛАТФОРМУ ANDROID	146
Н.А. Гуляев ПРОБЛЕМЫ ИНТЕГРАЦИИ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ЦИФРОВЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ	147
М.М. Сорокин ОБ ОСОБЕННОСТЯХ C++ РАЗРАБОТКИ В UNREAL ENGINE 4.....	151
П.А. Ледерер, Д.С. Кочубей РЕАЛИЗАЦИЯ КРИПТОАЛГОРИТМА "КУЗНЕЧИК" НА ПЛИС	154

А.С. Захарчук СРАВНЕНИЕ КОНСТРУКТОРОВ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ ДЛЯ ИНТЕГРАЦИИ С ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНАМИ НА ПЛАТФОРМЕ MAGENTO.....	157
И.Г. Антюхин РАЗРАБОТКА КРОССПЛАТФОРМЕННОГО МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ «ДНЕВНИК ЦЕЛЕЙ»	160
С.В. Широкобородов ПРОЕКТИРОВАНИЕ WEB-ПОЛИГОНА АЛГОРИТМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ.....	162
Е.И. Зиненко РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ ДЛЯ УСТРОЙСТВ ПОД УПРАВЛЕНИЕМ IOS НА ЯЗЫКЕ SWIFT	166
А.В. Бужилова РАЗРАБОТКА WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ "ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОРТАЛ СОТРУДНИКОВ КОМПАНИИ"	170
Н.П. Сипиёва РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОГО И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНА КОМПЬЮТЕРНОЙ И ОФИСНОЙ ТЕХНИКИ.....	172
М.А. Абраменко ПРОЕКТИРОВАНИЕ АРХИТЕКТУРЫ КРОССПЛАТФОРМЕННЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ С ЕДИНОЙ КОДОВОЙ БАЗОЙ	175
В.В. Солодовников ПРОЕКТИРОВАНИЕ АРХИТЕКТУРЫ WEB ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ВИЗУАЛЬНОГО РЕДАКТИРОВАНИЯ HTML-СТРАНИЦ	180
И.А. Нарушевич СРАВНЕНИЕ РАЗВЕРТЫВАНИЯ МАДЖЕНТО НА ПЛАТФОРМАХ AWS И GCP	182
Д.Н. Крюк РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТЕВОЙ ИГРЫ НА ПЛАТФОРМЕ UNREAL ENGINE 4.....	186
Р.Р. Гатауллин ИНСТРУМЕНТЫ РАЗРАБОТКИ ПО ДЛЯ ПЛАТФОРМ ARDUINO И STM32.....	190
А.В. Исаев РАЗРАБОТКА КАРТОГРАФИЧЕСКОГО СЕРВИСА ДЛЯ ОПТИМАЛЬНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ИНФРАСТРУКТУРЫ	195
А.А. Лашев РЕАЛИЗАЦИЯ РАСПРЕДЕЛЕННОГО МУЛЬТИАГЕНТНОГО УПРАВЛЕНИЯ МАНИПУЛЯТОРОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФРЕЙМВОРКА ROS	199
А.Е. Антоненко РАЗРАБОТКА СЕРВЕРНОЙ ЧАСТИ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПОКУПКИ И СОПРОВОЖДЕНИЯ ТУРИСТИЧЕСКИХ ПУТЕВОК.....	203

Секция 3. СИСТЕМНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЦЕССЫ УПРАВЛЕНИЯ

Д.Ю. Щербак, В.В. Шадрин ПОДХОДЫ К ПОСТРОЕНИЮ ЭТАЛОННОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ СИСТЕМЫ ПРЕДИКТИВНОЙ АНАЛИТИКИ	206
В.А. Витченко КОНЦЕПЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ КОМПЬЮТЕРНО-ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ЗЕРНОВЫХ ТЕРМИНАЛОВ	209

В.А. Падалица ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОГОДОЗАВИСИМОЙ АВТОМАТИКИ ДЛЯ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ	211
М.А. Слепченко, А.С. Грищенко ОБЗОР ОСНОВНЫХ ВИДОВ АНАЛИЗА IT-ПРОЕКТОВ	214
К. Абилова ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕКТА ПРИ ИЗМЕНЕНИИ РАДИУСА «КОЛОДЦА»	217
И.А. Попов ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ САМОЛЕТОМ-АМФИБИЕЙ В РЕЖИМЕ ГЛИССИРОВАНИЯ	220
Д.В. Касимов КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫМ РЕЖИМОМ ВАРОЧНОГО ШКАФА	222
К.В. Яковенко РАЗРАБОТКА ERP СИСТЕМЫ С ВЕБ-ИНТЕРФЕЙСОМ ДЛЯ МАЛОГО И СРЕДНЕГО БИЗНЕСА	224
М.И. Щербakov, А.В. Волошин СИНТЕЗ АСТАТИЧЕСКОГО ВЕКТОРНОГО РЕГУЛЯТОРА КОНЕЧНОСТИ ШАГАЮЩЕГО РОБОТА	228

Секция 4. СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Интеллектуальные системы

Е.В. Звонова ОБЗОР ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СФЕРЕ ОБРАЗОВАНИЯ	233
Ф.С. Булыга ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ МЕТОДА ВИОЛЫ-ДЖОНСА	236
Э.В. Кулиев, М.М. Семенова, С.В. Игнатьева, В.А. Семенов БИОИНСПИРИРОВАННЫЙ АЛГОРИТМ СОЗДАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ	239
М.М. Шабатуков ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА СТОХАСТИЧЕСКОГО ГРАДИЕНТНОГО СПУСКА ДЛЯ КОРРЕКТИРОВКИ ВЕСОВ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ПРИ КЛАССИФИКАЦИИ	244
Д.В. Лещанов, В.В. Курейчик АНАЛИЗ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ И РАСПОЗНАВАНИЯ ОБЪЕКТОВ	247

Информационные системы и технологии

А.С. Строкин ПРИМЕНЕНИЕ БАЙЕСОВСКОГО ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОГО РАНЖИРОВАНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОЦЕНОК АУДИОВИЗУАЛЬНОГО КОНТЕНТА	251
В.В. Дудкин, А.В. Прибыльский ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАСПОЗНАВАНИЯ ДЕФЕКТА ЗЕРНОВОЙ КУЛЬТУРЫ НА ОСНОВЕ СЕГМЕНТАЦИИ ФОТОМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ	252
А.В. Козловский, А.С. Кобляков, Д.В. Ткаченко РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ СБОРКИ ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМПЬЮТЕРА В СРЕДЕ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ	256

Ф.С. Бульга ОБЗОРНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ	260
А.А. Дядин, М.Н. Гасанова, С.А. Кучеров ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ: ШАГ В БУДУЩЕЕ	263
Д.С. Мальков, О.Р. Норкин ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ БАНКОВСКОЙ СИСТЕМЫ ПОСРЕДСТВОМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АНТИФРОД-СИСТЕМЫ.....	265
Д.С. Скороход АНАЛИЗ И СРАВНЕНИЕ НЕСПЕЦИФИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ.....	268
В.В. Торопов ПРЕИМУЩЕСТВА DATA JPA В SPRING FRAMEWORK	272
А.С. Маныч КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВЗВЕШИВАНИЯ СЫПУЧИХ ГРУЗОВ.....	276
П.Ю. Чудинов, О.Р. Норкин СОВЕТУЮЩАЯ СИСТЕМА «ПРИЗЫВНАЯ КОМИССИЯ» НА ОСНОВЕ ОНТОЛОГИЧЕСКОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ	278
А.В. Дрей, С.С. Парфенова СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В СРЕДЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ANYLOGIC НА ПРИМЕРЕ СТАНЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ.....	283
К.А. Батенков, Ю.А. Мелихова, И.А. Сайтов МОДЕЛЬ КАЧЕСТВА В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯХ, УЧИТЫВАЮЩАЯ КОНЕЧНУЮ ФОРМУ ОФЕРТЫ	286
К.А. Батенков МОДЕЛЬ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ ОБОБЩЕННОЙ ЦЕПИ ПЕРЕДАЧИ	289

***Программные и аппаратные средства
ИТ-инфраструктуры***

Д.А. Полетаев, Б.В. Соколенко СИСТЕМА ДЛЯ БЕСКОНТАКТНОЙ ПЕРЕДАЧИ ПЛАТЕЖНЫХ ДАННЫХ С ЖЕСТОВЫМ ПОДТВЕРЖДЕНИЕМ	291
А.В. Егоров НЕЧЕТКИЕ РЕЛЯЦИОННЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ.....	293
Д.А. Подорога, Н.В. Левшин РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПООЩРЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ	295
К.С. Кандыба АНАЛИЗ МЕТОДОВ И ИНСТРУМЕНТОВ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ЗАПОЛНЕНИЯ ДОКУМЕНТОВ.....	298
К.С. Романенко ОБЗОР БЛОКЧЕЙН-ПЛАТФОРМ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЁННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ.....	301
Р.А. Поплюйко МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ БИЗНЕС-ЛОГИКИ.....	305
Д.В. Хроменко, В.Ю. Носков ВЕБ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ПОМОЩИ ОРГАНИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА «СПИСОК ПОКУПОК»	309
В.С. Кубиц МЕТОДИКА МОДУЛЬНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ И АНАЛИЗА ПО.....	311

М.Э. Свежов СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КАМЕР С 3D СЕНСОРАМИ.....	314
А.Д. Ложкин, Д.А. Медведев ОБЗОР И СРАВНЕНИЕ ОБЛАЧНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ ТЕСТИРОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ.....	318
А.С. Бурцев «ИДЕАЛЬНЫЙ» МЕНЕДЖЕР ЛИЧНЫХ ФИНАНСОВ.....	322
О.А. Хасанов ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА ОСНОВЕ Q-LEARNING	324

***Информационно-аналитические системы
и методы искусственного интеллекта***

В.В. Сысоев, А.В. Прибыльский ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ КАРДИОДИАГНОСТИКИ НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	326
А.А. Унгуриян МЕТОДЫ НАСТРОЙКИ КЛАССИФИКАТОРОВ ПРИ НЕСБАЛАНСИРОВАННОСТИ ДАННЫХ	330

Вычислительная техника и инфокоммуникационные технологии

А.А. Буренко КОНВЕРТАЦИЯ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ СИСТЕМ МОДЕЛЬНО- ОРИЕНТИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ.....	333
Д.А. Подопрigора, И.А. Тамбиев ОБЗОР МЕТОДОВ ОРГАНИЗАЦИИ СТРУКТУРИРОВАННЫХ ДАННЫХ В СИСТЕМАХ НА ОСНОВЕ ОНТОЛОГИЧЕСКИХ БАЗ ДАННЫХ	336
И.Р. Макаров ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА СПОСОБА АВТОМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ SUPER-RESOLUTION ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ИЗОБРАЖЕНИЯ ПОСЛЕ СТИЛИЗАЦИИ	339
Д.А. Демидов ОБЗОР МЕТОДОВ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СТИЛИЗАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТЕВОГО ПОДХОДА	342
А.В. Кръжановский, С.М. Гушанский ИССЛЕДОВАНИЕ КВАНТОВЫХ АЛГОРИТМОВ ОБНАРУЖЕНИЯ И РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ С ПОМОЩЬЮ КВАНТОВОЙ НЕЙРОСЕТИ	346
А.А. Карсаев, С.М. Гушанский КВАНТОВЫЕ ИГРЫ С НЕНУЛЕВОЙ СУММОЙ.....	350
А.Я. Мушаев ЭМУЛЯЦИЯ КВАНТОВЫХ СХЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЛИС.....	353
А.В. Козловский, С.В. Онищенко, В.Е. Авдеев ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ.....	357
В.Е. Буглов, М.С. Попиков, А.М. Воронин РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ	360
В.С. Потапов КВАНТОВОЕ КОДОВОЕ РАССТОЯНИЕ И ОЦИФРОВКА КВАНТОВЫХ ОШИБОК.....	363

А.А. Трофимец	
РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ЗАДАЧИ ЦИФРОВОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИЯ	367
Е.А. Гуляев	
СОВРЕМЕННЫЕ РЕШЕНИЯ В ОБЛАСТИ АНАЛИЗА СЦЕНЫ.....	370
М.А. Гуляев	
ОБЗОР МЕТОДОВ ОБНАРУЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕСКОЛЬКИХ КАМЕР	373
А.Е. Щелкунов	
ВЫЯВЛЕНИЕ ЛЮДЕЙ С ПОВЫШЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРОЙ В ПОТОКЕ.....	376
В.В. Ковалев	
ОПТИМИЗАЦИЯ ГИПЕРПАРАМЕТРОВ МОДЕЛИ СВЕРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ НА ОСНОВЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ИЗОБРАЖЕНИЙ	380
М.Ю. Трухачев	
ВОССТАНОВЛЕНИЕ ОФОРМЛЕНИЯ ВЕКТОРНЫХ КАРТ НА ОСНОВЕ ФИЛЬТРАЦИИ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ	384

Секция 5. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ИНЖЕНЕРНЫХ НАУКАХ

В.С. Васильев	
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЕТРОВОГО ВОЛНЕНИЯ В ГАВАНИ	387
И.С. Пономарева, М.Ч. Абдулхамидов	
ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ ПЛАТЕЖНЫХ СЕРВИСОВ.....	388
С.П. Сурина, Е.В. Тетрушвили	
АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА	391
А.А. Позднякова	
АНАЛИЗ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ	394
А.Е. Таран	
ОБЗОР И АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПРОБЛЕМЫ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ	396
А.Е. Кузнецов, Р.Е. Кузнецов	
СВОЙСТВА КВАДРАТИЧНЫХ ФОРМ ОТС	399
С.А. Зеленов	
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ВБЛИЗИ ПЛОСКОГО ЭЛЕКТРОДА СО СФЕРИЧЕСКОЙ НЕОДНОРОДНОСТЬЮ.....	402
А.В. Гончаров	
ВАРИАЦИОННЫЙ МЕТОД В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ КОЛЕБАНИЯМИ СТРУНЫ	404
Н.А. Дурова	
МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ ПРИЗЕМНОГО СЛОЯ В УСЛОВИЯХ АЭРОЗОЛЬНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ.....	407
О.В. Белоусова, С.Ю. Фомин	
ГЛОБАЛЬНЫЕ И ЛОКАЛЬНЫЕ ВОЗМУЩЕНИЯ В АТМОСФЕРНОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ У ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ.....	410
Д.К. Рукшин	
МОДЕЛИРОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОДНОГО СЛОЯ В АТМОСФЕРЕ	414
М.В. Токарев	
МОДЕЛИРОВАНИЕ ВАРИАЦИЙ АТМОСФЕРНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ В ПРИЗЕМНОМ СЛОЕ	417

Ю.Н. Семенов МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ КОНВЕКТИВНО-ТУРБУЛЕНТНОГО ЭЛЕКТРОДНОГО СЛОЯ	420
А.Ю. Раткина ПАРАМЕТРЫ ЧИСЛЕННОЙ МОДЕЛИ РАСЧЕТА ЭВОЛЮЦИИ ДВУМЕРНОЙ СИСТЕМЫ СВЯЗАННЫХ БЛОКОВ	424

**Секция 6. ГУМАНИТАРНЫЕ АСПЕКТЫ КОМПЬЮТЕРНЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ И ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

*Информационно-психологическая безопасность
личности, общества и государства*

Ю.П. Солодовникова ПЕРФЕКЦИОНИЗМ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ОБРАЗ ТЕЛА У ЖЕНЩИН	428
А.Н. Селина КРИЗИС ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО СТАНОВЛЕНИЯ СТУДЕНТОВ-МЕДИКОВ	431
В.Г. Байчук СПЕЦИФИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ИНТЕРНЕТ-АКТИВНОСТИ ПОДРОСТКОВ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ СУБЪЕКТИВНОГО ОЩУЩЕНИЯ ОДИНОЧЕСТВА	434
А.А. Хренова ЭМОЦИОНАЛЬНОЕ БЛАГОПОЛУЧИЕ ПОДРОСТКОВ С РАЗНОЙ САМООЦЕНКОЙ	436
И.Г. Гринченко РАННИЕ ДЕТСКИЕ ОТНОШЕНИЯ БОЛЬНЫХ КОЖНЫМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ НА ПРИМЕРЕ ПСОРИАЗА: ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ	439
О.В. Чернышов УСЛОВИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ОНЛАЙН-ФОРМАТЕ	443
С.С. Завада ВНУТРИГРУППОВЫЕ ОТНОШЕНИЯ СТУДЕНТОВ, ПРОЖИВАЮЩИХ В ОБЩЕЖИТИИ: ОЦЕНКА ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ СОВМЕСТИМОСТИ	446
А.А. Маслова ОСОБЕННОСТИ САМОРЕГУЛЯЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ	449
А.Д. Полтавская ПРОБЛЕМА ГЕНДЕРНОЙ ИДЕНТИЧНОСТИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ	452

*Методы и средства эффективного человеко-машинного
взаимодействия*

О.П. Скачко, М.М. Верба, А.И. Олейникова АНАЛИЗ И РАЗРАБОТКА СОВРЕМЕННЫХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ НА ЯЗЫКЕ JAVASCRIPT	455
Ю.В. Гончарук, В.С. Ниточкин ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЙ ИНТЕРФЕЙС ВЕБ-СИСТЕМЫ ПО ОРГАНИЗАЦИИ СБОРА И УТИЛИЗАЦИИ ПЛАСТИКОВЫХ ОТХОДОВ	458
М.А. Баша ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ	461

И.А. Ковтунов	
О ПРОБЛЕМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДОСТУПНОСТИ САЙТОВ ДЛЯ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ	464
И.А. Буланкин	
РАЗБОР ИНТЕРФЕЙСА САЙТОВ ПО ПРОДАЖЕ АВИАБИЛЕТОВ: ПОЛУЧИТСЯ ЛИ УЛЕТЕТЬ?	467
Д.В. Лаптев, А.Е. Курьес, Р.Р. Гатауллин	
РЕАЛИЗАЦИЯ НЕЙРОИНТЕРФЕЙСА В МОБИЛЬНОМ ИГРОВОМ ПРИЛОЖЕНИИ С ПОМОЩЬЮ ГАРНИТУРЫ NEUROSKY	472
М.Э. Свежов	
ВИРТУАЛЬНАЯ ПРИМЕРКА, КАК НОВЫЙ МЕТОД ЧЕЛОВЕКО- МАШИННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В ОНЛАЙН-ТОРГОВЛЕ ОДЕЖДОЙ.....	475
В.Г. Прысь	
ЦИФРОВАЯ ИЛИ БУМАЖНАЯ КНИГА: ЧТО ВЫБРАТЬ?.....	479

Научное издание

Сборник статей

**VII Всероссийской научно-технической конференции
«ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ
АСПЕКТЫ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
И ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ»**

Ответственный за выпуск А.Н. Самойлов

Компьютерная верстка Н.В. Ярошевич

Формат 70×108 1/16. Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 43,2. Уч.-изд. л. 35,7.