

Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Севастопольский государственный университет»

**Перспективные направления развития  
отечественных информационных  
технологий (ПНРОИТ-2024)**

Материалы X юбилейной Всероссийской  
научно-практической конференции  
(Севастополь 17 - 22 сентября 2024 года)

**Advanced national information systems  
and technologies (ANIST 2024)**

Materials of X anniversary Russian scientific-practical conference  
(Sevastopol, September 17–22, 2024)

**Севастополь 2024**

УДК 658.52.011.56(06)  
ББК 34.6-5-05  
А 224

**Научный редактор:** **Б.В. Соколов**, проф., д-р техн. наук, главный научный сотрудник СПИИРАН Санкт-Петербургского Федерального исследовательского центра Российской академии наук

**Соорганизаторами** конференции являются:

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации,  
Правительство Севастополя,  
Законодательное Собрание Севастополя,  
Правительство Санкт-Петербурга,  
Севастопольский государственный университет,  
Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук (СПб ФИЦ РАН)

**Редакционная коллегия:**

**В.Н. Бондарев**, доц., к.т.н., Севастопольский государственный университет;  
**Д.В. Моисеев**, проф., д.т.н., Севастопольский государственный университет.

А 224

**Перспективные направления развития отечественных информационных технологий: материалы X юбилейной Всероссийской научно-практической конф. Севастополь, 17-22 сентября 2024 г. / Севастопольский государственный университет; науч. ред. : Б.В. Соколов. – Севастополь: СевГУ, 2024. – 260с.**  
ISBN 978-5-6054952-1-5

В сборнике представлены научные работы из разных отраслей науки и техники. Предназначен для научных сотрудников, студентов и преподавателей. Материалы докладов публикуются в авторской редакции.

УДК 658.52.011.56(06)  
ББК 34.6-5-05

© Авторы докладов, 2024  
© Севастопольский государственный университет, 2024  
ISBN 978-5-6054952-1-5  
© Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр РАН, 2024

## **ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ**

### **Сопредседатели**

Нечаев Владимир Дмитриевич

Ректор Севастопольского  
государственного университета

Юсупов Рафаэль Мидхатович

Научный руководитель  
СПИИРАН Санкт-Петербургского  
Федерального исследовательского  
центра Российской академии наук  
(СПб ФИЦ РАН), заслуженный  
деятель науки и техники РФ,  
член-корреспондент РАН

### **Заместитель председателя**

Бондарев Владимир Николаевич

Директор института информаци-  
онных технологий  
Севастопольского  
государственного университета

## **ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ**

### **Председатель**

Советов Борис Яковлевич

Сопредседатель Научного совета  
по информатизации Санкт-Петер-  
бурга, заслуженный деятель науки  
и техники РФ, академик Россий-  
ской академии образования

### **Заместители председателя**

Моисеев Дмитрий Владимирович

Профессор кафедры  
«Информационные технологии и  
компьютерные системы»  
Севастопольского  
государственного университета

Жигадло Валентин Эдуардович

Заместитель генерального дирек-  
тора ЗАО «Институт телекомму-  
никаций», председатель Санкт-Пе-  
тербургского отделения Академии  
информатизации образования

## **ТЕМАТИЧЕСКИЕ НАПРАВЛЕНИЯ КОНФЕРЕНЦИИ**

- Проблемы развития информационного общества. Цифровая экономика
- Фундаментальные проблемы развития информационных технологий
- Искусственный интеллект и технологии «Умного города»
- Информационная среда и телекоммуникационная инфраструктура
- Информационные технологии в критических инфраструктурах. Информационная безопасность
- Информационные технологии в морехозяйственной деятельности
- ИТ-продукты и услуги. Импортзамещение и технологическая безопасность ИТ-сферы
- ИТ в образовании, подготовка и переподготовка ИТ-специалистов

## ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЩЕСТВА. ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА

УДК: 004.78

**А.С. Присяжнюк<sup>1</sup>**, к-т тех. наук, исполнительный директор ЗАО «Институт телекоммуникаций»

**А.В. Маталыцкий<sup>2</sup>**, заместитель генерального директора по разработке геоинформационных систем ЗАО «Институт телекоммуникаций»

**В.Э. Жигadlo<sup>3</sup>**, д-р тех. наук, доцент, советник генерального директора ЗАО «Институт телекоммуникаций»

<sup>1</sup>ЗАО «Институт телекоммуникаций»,

194100, Россия, Санкт-Петербург, ул. Кантемировская, д. 5, лит.М

<sup>2</sup>ЗАО «Институт телекоммуникаций»,

194100, Россия, Санкт-Петербург, ул. Кантемировская, д. 5, лит.М

<sup>3</sup>ЗАО «Институт телекоммуникаций»,

194100, Россия, Санкт-Петербург, ул. Кантемировская, д. 5, лит.М

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕЖВЕДОМСТВЕННОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ОБМЕНА В ЕДИНОМ ГЕОИНФОРМАЦИОННОМ ПРОСТРАНСТВЕ РФ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ В ИНТЕРЕСАХ АПК БГ**

#### **Аннотация**

*В докладе рассматриваются вопросы межведомственного информационного обмена в едином геоинформационном пространстве при создании Единого геоинформационного пространства Российской Федерации. Проводится анализ технической возможности обеспечения федеральных органов исполнительной власти, органов государственной власти, субъектов Российской Федерации, организаций, предприятий промышленности, и их должностных лиц, применяющих в своей служебной деятельности геопространственную информацию, а также рассматриваются особенности формирования актуальной геопространственной информации для межведомственного обеспечения зоны ЧС. Основные принципы и особенности создания и развития Единого геоинформационного пространства были разработаны в процессе выполнения ряда научно — исследовательских работ.*

*Ключевые слова: межведомственное взаимодействие, информационные технологии, оборона и безопасность, геопространственная информация, пространственные данные, географическая информационная система.*

**A. S. Prisyazhnyuk<sup>1</sup>, Candidate of Technical Sciences, Executive Director of CJSC Institute of Telecommunications**

**A.V. Matalytskiy<sup>2</sup>, Deputy General Director for the Development of Geo-Information Systems of CJSC Institute of Telecommunications**

**V. E. Zhigadlo<sup>3</sup>, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Adviser to the General Director of CJSC Institute of Telecommunications**

*<sup>1</sup>ZAO "Institute of Telecommunications",*

*194100, Russia, St. Petersburg, Kantemirovskaya str., 5, lit.M*

*<sup>2</sup>ZAO "Institute of Telecommunications",*

*194100, Russia, St. Petersburg, Kantemirovskaya str., 5, lit.M*

*<sup>3</sup>ZAO "Institute of Telecommunications",*

*194100, Russia, St. Petersburg, Kantemirovskaya str., 5, lit.M*

**MODELING OF INTERDEPARTMENTAL INFORMATION EXCHANGE IN THE UNIFIED GEOINFORMATION SPACE OF THE RUSSIAN FEDERATION IN SOLVING PROBLEMS IN THE INTERESTS OF THE AGROINDUSTRIAL COMPLEX OF BG**

**Abstract**

*The report examines the issues of interspecific information exchange in a single geoinformation space when creating a single geoinformation space of the Russian Federation. The analysis of the technical feasibility of providing federal executive authorities, public authorities, subjects of the Russian Federation, organizations, industrial enterprises, and their officials using geospatial information in their official activities is carried out, and the features of the formation of relevant geospatial information for interdepartmental provision of an emergency zone are considered. The basic principles and features of the creation and development of a Single geographic information Space were developed in the course of a number of research projects.*

*Keywords: interagency cooperation, information technology, defense and security, geospatial information, spatial data, geographic information system.*

Своевременное использование достоверной геопространственной информации представляет собой важный элемент обеспечения национальной безопасности Российской Федерации. Пользователями геопространственной информации (далее - ГПИ) являются федеральные органы исполнительной власти (ФОИВ), органы государственной власти субъектов Российской Федерации, организации, предприятия промышленности, и их должностные лица, применяющие в своей служебной деятельности ГПИ (далее - Пользователи).

В настоящее время, ГПИ сосредоточена в информационных системах федеральных органов исполнительной власти, органов государ-

ственной власти субъектов Российской Федерации и в автоматизированных системах обеспечения ГПИ, таких как Национальная система пространственных данных, Единая автоматизированная система обеспечения геопространственной информацией Вооруженных Сил Российской Федерации, Автоматизированная система обеспечения цифровой картографической информацией Военно-Морского Флота Российской Федерации.

Информационные системы ФОИВ функционируют между собой разрозненно, как правило, без взаимодействия, что приводит к дублированию работ по обеспечению Пользователей актуальной ГПИ.

Следствием является использование сокращённого объёма ГПИ при планировании и осуществлении деятельности в рамках обеспечения национальной безопасности Российской Федерации.

Для совместного использования ГПИ, создаваемой различными информационными системами, приходится выполнять трудоемкие и длительные работы по поиску, преобразованию, переработке и комплексированию выдаваемой ГПИ.

Создание, ведение (непрерывное обновление) и использование качественной и полной ГПИ в Едином геоинформационном пространстве (далее - ЕГИП) Российской Федерации позволит:

- обеспечить пользователей актуальной, достоверной, точной и полной ГПИ;

- обеспечить решение принципиально новых задач по моделированию и прогнозированию принимаемых решений, оценке риска, раннему предупреждению кризисных ситуаций и прочих решений, непосредственно влияющих на обеспечение национальной безопасности Российской Федерации;

- качественно повысить эффективность управления должностными лицами, применяющими в своей служебной деятельности ГПИ, в масштабе времени, близком к реальному, в мирное время, в период непосредственной угрозы и агрессии и в военное время;

- интегрировать и свести многочисленную ГПИ, объединив усилия широкого перечня источников и пользователей ГПИ, что позволит существенно снизить затраты средств и времени на создание, хранение, ведение и выдачу ГПИ.

В соответствии с Федеральным законом «О геодезии, картографии и пространственных данных и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [1], в Российской Федерации создаются и поддерживаются следующие государственные фонды пространственных данных:

- федеральный фонд пространственных данных;

- ведомственные фонды пространственных данных;
- фонд пространственных данных федерального органа исполнительной власти, осуществляющего функции по выработке и реализации государственной политики, нормативно-правовому регулированию в области обороны (далее - фонд пространственных данных обороны);
- фонды пространственных данных субъектов Российской Федерации (далее - региональные фонды пространственных данных), в который включаются пространственные данные и материалы, полученные в результате выполнения геодезических и картографических работ, организованных органами государственной власти субъектов Российской Федерации или подведомственными данным органам государственными учреждениями.

Существующие процессы создания, хранения и передачи ПД разобщены по ведомственному и территориальному признаку, что затрудняет оперативный доступ пользователей к требуемой информации, и, как следствие, их использование, в том числе для общегосударственных и межотраслевых целей.

Обновление в указанных фондах пространственных данных происходит регулярно, но с такой периодичностью, которая не позволяет обеспечить актуальность данных и своевременность их получения конечным потребителем.

Для всестороннего обеспечения пользователей ПД создано, поддерживается, модернизируется и планируется к разработке ряд систем обеспечения и доведения ГПИ.

Несмотря на созданные системы обеспечения и банки ПД, большой объем ПД, формируемый пользователями в ходе решения возложенных на них задач по предназначению (в том числе задач обеспечения национальной безопасности) остаётся в локальных банках пользователей, внутри ведомственных АСУ, обмен такими данными между пользователями на регулярной основе не осуществляется.

ГПИ, формируемая при выполнении задач по предназначению (в том числе задач по обеспечению безопасности в зоне ЧС) остаётся в базах данных пользователей, внутри ведомственных АСУ, обмен такой информацией между пользователями требует наличия двустороннего соглашения, протокола информационно-технического взаимодействия, осуществляется в неформализованном виде и, зачастую, требует доработки перед использованием.

Особый интерес использования актуальной ГПИ и её востребованность наблюдается при решении задач обеспечения безопасности жизнедеятельности в период возникновения ЧС и ликвидации последствий ЧС, в рамках задач, решаемых МЧС средствами АПК БГ.



Обеспечение информационного обмена между источниками и потребителями ЕГИП должно осуществляться через защищённую сеть радиосвязи (микросотовую, сотовую, транкинговую), обеспечивающую, как получение оперативной информации об обстановке, так и доведение полученной информации до взаимодействующих сил и средств в интересах решения оперативных задач.

В рамках решения задачи разработки имитационной модели процесса межвидового информационного обмена первоначально разработан алгоритм передачи информации от отправителя, которым может выступать наземный/воздушный/морской узел связи, к получателю, которым является наземный/воздушный/морской узел связи через ряд промежуточных пунктов, которые могут находиться в разных эшелонах.

Задача состоит в оценке вероятностно-временных характеристик (ВВХ) доставки геопространственной информации (ГПИ) различного приоритета при передаче от отправителя к получателю через различное количество промежуточных пунктов при использовании различных каналов связи, а также при изменении фоновой нагрузки и вероятности получения пакета с ошибкой.

Так же модель может выступать в качестве инструмента для оценки необходимых пропускных способностей, средств и систем связи для перспективных защищённых сетей передачи данных, ориентированных на обмен определённым видом информации, например, ГПИ в Едином информационном пространстве. Таким образом данная модель может быть использована как средство оценки и обоснования ресурсов пропускных способностей при заданных источниках и потребителях ГПИ как на этапах планирования и создания защищённых сетей передачи данных, так и на этапах их оперативного развёртывания в заданном регионе (зоне ЧС).

В качестве ограничений и допущений принято: канал всегда готов к передаче пакета; модуль не учитывает характеристики приемо-передатчиков и антенн; неограниченный объем буферной памяти; тип эшелона отправителя, получателя и промежуточных пунктов, количество промежуточных пунктов, типы каналов связи, интенсивности сообщений, вероятность приёма пакета с ошибкой, процент фоновой нагрузки задаются оператором перед началом моделирования; промежуточные пункты одного эшелона передают информацию по однотипным каналам.

Для имитации передачи сообщений между узлами связи различных эшелонов разработана имитационная модель на дискретно-событийных принципах (ДСМ). ДСМ, имитирующая отправителя, осуществ-

ляет генерацию пакетов 1 - 4 приоритетов, преобразование в пакеты соответствующих уровней профиля протоколов и шифрование. ДСМ получателя включает процессы дешифрования, обработки, распаковки пакетов с ГПИ и определение приоритета перед обработкой.

В модуле ввода исходных данных после выбора отправителя и получателя, появляется возможность выбора типа промежуточных пунктов и их количество, интенсивности сообщений различных приоритетов, процент фоновой нагрузки, размер пакетов, вероятность приёма пакета с ошибкой, выбор каналов связи между отправителем, промежуточными пунктами и получателем. После ввода всех требуемых исходных данных формируется схема связи, отображающая отправителя, получателя, тип и количество промежуточных пунктов и выполняется моделирование и вывод результат моделирования.

В качестве обобщённых результатов моделирования для множества вариантов схем и параметров можно выделить следующее:

- среднее время доставки сообщений при повышении приоритетности;

- уменьшается, так, например, для пакетов 1 приоритета времени доставки среднем в 35 - 40 раз ниже чем для 4 приоритета;

- при увеличении процента фоновой нагрузки наблюдается заметный рост времени доставки сообщений для всех приоритетов. Наиболее существенный рост времени передачи информации наблюдается для сообщений 1 приоритета ( $\leq 20\%$ ), далее для сообщений 3 и 4 приоритетов ( $\leq 16\%$ ), минимальный прирост времени доставки для сообщений 2 приоритета ( $\leq 14\%$ ). Это объясняется различием в интенсивностях сообщений;

- при заданных условиях моделирования изменение вероятности приёма пакета с ошибкой не оказывает существенного влияния на время доставки;

- при увеличении количества промежуточных пунктов наблюдается увеличение времени доставки сообщений всех приоритетов. Например, при увеличении количества промежуточных пунктов от 4 до 8 время доставки сообщений различных приоритетов увеличивается в среднем в 2 раза.

Для прикладной реализации межвидового информационного обмена были разработаны или модифицированные различные сетевые протоколы и была проведена проверка их работоспособности. Наиболее перспективные результаты показали:

- технология DTN (delay-tolerant networking) это стек технологий сетевого обмена, предназначенный для применения в гетерогенных сетях различного назначения, построенных на каналах связи, обладающих

длительными задержками доставки информации потребителям. Кроме того, используется метод «store&forward» (сохранение и пересылка) — это метод, при котором информация отправляется на промежуточный узел, где она хранится, и отправляется позднее в конечный пункт назначения или на другой промежуточный узел.

- протокола РТК разработанный в ЗАО «Институт телекоммуникаций» специально для применения в робототехнической сфере и функционирующий в условиях радиоканалов низкой пропускной способности, каналах с высоким значением битовых ошибок и значительными задержками при передаче. Высокие показатели протокола РТК были достигнуты за счёт применения специализированных механизмов: многоуровневого квитирования, дублирования очередей приёма-передачи, динамического контроля объёма буферов приёма и передачи, механизмов фрагментирования пакетов на прикладном и канальном уровне, расчёта контрольных сумм.

Детальное исследование характеристик протоколов и сетевых технологий достигнуто за счёт разработанных ЗАО «Институт телекоммуникаций» программных средств тестирования сетей, обладающих гибкими параметрами имитации каналов, а также большим профилем протоколов, охватывающим все уровни модели взаимодействия открытых систем.

Вопросы межведомственного взаимодействия внутри ЕГИП РФ, формирования структуры построения ГГИС, развёртывания защищённой сети связи, обновления ГПИ в режиме времени близком к реальному, общие технические аспекты работы с широким перечнем источников ГПИ, разработанная модель могут выступать в качестве комплексного инструмента для оценки необходимых ресурсов при создании и формировании ЕГИП РФ, оценки пропускных способностей, средств и систем связи для перспективных защищённых сетей передачи данных, ориентированных на обмен ГПИ в ЕГИП, а также при развитии и постановке перспективных НИОКР.

Предложенные концептуальные основы формирования и развития ЕГИП, предполагают в своём составе множество территориально-распределённых центров хранения и обработки ГПИ, в то время как сама ГПИ определяется высокой динамикой изменений. В таких условиях задача поддержания актуального состояния банков ГПИ в составе центров хранения, в условиях больших расстояний между узлами хранения, выходит из разряда телекоммуникационной и формируется в комплексную, геоинформационно - телекоммуникационную задачу. Объекты, передаваемые в составе ГПИ внутри ЕГИП, формируют высокую нагрузку на существующие системы передачи данных. Таким образом,

в докладе представлены основные направления решения актуальной задачи моделирования и прогнозирования ресурсов перспективных разрабатываемых защищённых систем передачи данных для обеспечения межвидового информационного обмена в едином геоинформационном пространстве.

***Библиографический список:***

1. Федеральный закон «О геодезии, картографии и пространственных данных и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» № 431-ФЗ от 30.12.2015.

УДК: 004.78

**А.С. Присяжнюк<sup>1</sup>**, к-т тех. наук, исполнительный директор ЗАО «Институт телекоммуникаций»

**С.П. Присяжнюк<sup>2</sup>**, д-р тех. наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники РФ, генеральный директор ЗАО «Институт телекоммуникаций».

**В.Э. Жигadlo<sup>3</sup>**, д-р тех. наук, доцент, советник генерального директора ЗАО «Институт телекоммуникаций»

<sup>1</sup>ЗАО «Институт телекоммуникаций»,

194100, Россия, Санкт-Петербург, ул. Кантемировская, д. 5, лит.М

<sup>2</sup>ЗАО «Институт телекоммуникаций»,

194100, Россия, Санкт-Петербург, ул. Кантемировская, д. 5, лит.М

<sup>3</sup>ЗАО «Институт телекоммуникаций»,

194100, Россия, Санкт-Петербург, ул. Кантемировская, д. 5, лит.М

## **КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ИНТЕГРАЦИИ АПК БГ В ЕДИНОЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ ПРОСТРАНСТВО РФ**

### **Аннотация**

*В докладе рассматриваются основные принципы и особенности создания и развития Единого геоинформационного пространства, в частности, для обеспечения сил и средств РСЧС ГПИ в зоне ЧС. Проводится анализ нормативных актов Российской Федерации в части вопросов обеспечения национальной безопасности и особенностей использования геопространственной информации. Подробно анализируются текущее состояние решения вопросов развития инфраструктуры пространственных данных и возникающих при этом проблем, требующих своего безотлагательного разрешения. Особое внимание уделяется рассмотрению вопроса отсутствия требуемого уровня межведомственного взаимодействия ФОИВ, СФ, организаций и предприятий промышленности, создающих, формирующих и обеспечивающих функционирование соответствующих федеральных, региональных и ведомственных фондов геопространственной информации, в целях эффективного решения задачи по формированию Единого геоинформационного пространства и обеспечению необходимой полной, актуальной и достоверной геопространственной информацией (ресурсами) пользователей (органов государственной власти и органов военного управления), решающих задачи в интересах обеспечения национальной безопасности Российской Федерации. Основные принципы и особенности создания и развития Единого геоинформационного пространства и его мобильной компоненты были разработаны в процессе выполнения ряда научно — исследовательских работ по исследованию принципов формирования и текущему состоянию инфраструктуры пространственных данных в*

*рамках создаваемой в Российской Федерации Национальной системы пространственных данных.*

*Ключевые слова: информационные технологии, национальная безопасность, геопространственная информация, геопространственные данные, географическая информационная система.*

**A. S. Prisyazhnyuk<sup>1</sup>, Candidate of Technical Sciences, Executive Director of CJSC Institute of Telecommunications**

**S. P. Prisyazhnyuk<sup>2</sup>, Doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Worker of Science and Technology of the Russian Federation, General Director of CJSC Institute of Telecommunications**

**V. E. Zhigadlo<sup>3</sup>, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Adviser to the General Director of CJSC "Institute of Telecommunications"**

<sup>1</sup>ZAO "Institute of Telecommunications",  
194100, Russia, St. Petersburg, Kantemirovskaya str., 5, lit.M

<sup>2</sup>ZAO "Institute of Telecommunications",  
194100, Russia, St. Petersburg, Kantemirovskaya str., 5, lit.M

<sup>3</sup>ZAO "Institute of Telecommunications",  
194100, Russia, St. Petersburg, Kantemirovskaya str., 5, lit.M

## **CONCEPTUAL FOUNDATIONS OF THE INTEGRATION OF THE APK BG INTO THE UNIFIED GEOINFORMATION SPACE OF THE RUSSIAN FEDERATION**

### **Abstract**

*The report discusses the basic principles and features of the creation and development of a Single geographic information space, in particular, to provide forces and means of emergency management in the emergency zone. The analysis of the normative acts of the Russian Federation in terms of issues of ensuring national security and the specifics of the use of geospatial information is carried out. The current state of solving the issues of spatial data infrastructure development and the problems that arise in this case that require urgent resolution are analyzed in detail. Special attention is paid to the issue of the lack of the required level of interdepartmental interaction between the FIVE, SF, organizations and industrial enterprises that create, form and ensure the functioning of relevant federal, regional and departmental geospatial information funds in order to effectively solve the problem of forming a Single geoinformation space and providing the necessary complete, relevant and reliable geospatial information (resources) to users (state authorities and military administration bodies), solving tasks in the interests of ensuring the defense and security of the Russian Federation. The basic*

*principles and features of the creation and development of a Unified geoinformation Space and its mobile components were developed in the course of a number of research projects on the principles of formation and the current state of spatial data infrastructure within the framework of the National Spatial Data System being created in the Russian Federation.*

*Keywords: information technology, national security, geospatial information, geospatial data, geographic information system.*

До настоящего времени задача создания единой системы автоматизированного управления обеспечением геопространственной информацией, как Вооружённых Сил Российской Федерации, так и всех уровней государственного управления (ФОИВ, ОГВ СФ), при решении комплекса задач обеспечения национальной безопасности Российской Федерации не ставилась и не решена.

Насущная потребность формирования Единого геоинформационного пространства в интересах обеспечения национальной безопасности Российской Федерации (ЕГИП РФ) определяется требованиями стратегических документов по обеспечению национальной безопасности РФ [1-3] и связана с решением следующих проблем:

- отсутствие единой нормативной правовой, информационно-технологической и технической инфраструктуры в области сбора, накопления, обработки и распределения ГПИ;

- отсутствие оперативного информационного взаимодействия потенциальных пользователей ЕГИП РФ;

- отсутствие геоинформационных ресурсов (ГИР), способствующих эффективному решению задач в области обеспечения национальной безопасности Российской Федерации;

- отсутствие эффективных методов защиты геоинформационных ресурсов;

- отсутствие системы автоматизированного оперативного обновления геопространственной информации и ведения баз данных изменений геопространственной информации;

- отсутствие единого современного унифицированного программно-аппаратного комплекса для создания и содержания единой системы электронных карт (в том числе и военного назначения) с учетом уровня современных требований;

- отсутствие совершенствования применяемых способов визуализации геопространственной информации с учётом современных средств и методов её использования в интересах обеспечения национальной безопасности государства;

- отсутствие единых унифицированных геоинформационных программных средств для работы пользователей на автоматизированных рабочих местах;

- отсутствие требуемого уровня межведомственного взаимодействия ФОИВ, СФ, организаций и предприятий промышленности, создающих, формирующих и обеспечивающих функционирование соответствующих федеральных, региональных и ведомственных фондов ГПИ, в целях эффективного решения задачи по формированию ЕГИП РФ и обеспечению необходимой полной, актуальной и достоверной геопространственной информацией (ресурсами) пользователей (ОГВ, ОВУ), решающих задачи в интересах обеспечения национальной безопасности Российской Федерации.

В особенности, при обеспечении безопасности жизнедеятельности жителей, для решения задачи оперативного обеспечения сил (РСЧС, ВС РФ) актуальной геопространственной информацией, как в мирное время, в периоды предупреждения возникновения ЧС, ликвидации последствий ЧС силами и средствами РСЧС, так и в периоды локальных вооружённых конфликтов и проведения антитеррористических мероприятий, структура ЕГИП РФ должна дополняться мобильной (полевой) компонентой.

Структурно, в мобильной (полевой) компоненте государственной геоинформационной системе ЕГИП РФ (ГГИС ЕГИП РФ) в зоне ЧС могут быть выделены следующие функциональные уровни:

- **1-й уровень - Ядро мобильной компоненты (полевой сегмент) ГГИС ЕГИП РФ**, включающий в свой состав:

- Мобильный (полевой) узел ГГИС (мобильный ЦОД).
- Мобильные (подвижные) абонентские средства пользователей, обеспечивающие в реальном времени получение ГПД и формирование карт местности с нанесённой обстановкой по результатам информации со спутников ДЗЗ и высоко эшелонных БПЛА, оснащённых оптикой высокого разрешения и выполняющих первичную обработку ДЗЗ и аэрофотоснимков (космических снимков) на борту.

- Ретрансляторы на базе лентоподъёмных средств (воздушные шары, аэростаты, дирижабли с ретрансляторами на борту) в зоне ЧС.

- Мобильную Единую межведомственную защищённую мультисервисную сотовую транкинговую сеть в зоне ЧС, строящуюся с использованием роёв БПЛА, а также ретрансляторов на мобильной базе и на базе высоко эшелонных БПЛА.



- Сеть (рой) разведывательных БПЛА, обеспечивающих оперативный сбор актуальной ГПИ в зоне ЧС и формирующих исходную оперативную информацию для действующих в их зоне сил и средств по целеуказанию и оперативной обстановке.

- Систему управления роями БПЛА на базе программных средств искусственного интеллекта (ИИ).

- Высокоточную координатно - информационную систему навигации для нужд зоны ЧС, способную функционировать в условиях радиоэлектронного противодействия и отсутствия навигационной космической системы «ГЛОНАСС» в заданном районе (300х500 км) и основанную на использовании мобильной системы высокоточного координатно-информационного поля на базе быстро развёртываемых мобильных референцных станций, группирования («РОЯ») навигационно-связных мини беспилотных летательных аппаратов (МБЛА), объединённых самоорганизующейся пакетной радиосетью под управлением искусственного интеллекта и использующих квантовые акселерометры.

- **2-й уровень - Космический сегмент мобильной (полевой) компоненты ГГИС ЕГИП РФ в зоне ЧС**, включающий в свой состав:

- Сеть спутников ДЗЗ в зоне ЧС на эллиптических и геостационарных орбитах с обработкой данных ДЗЗ на борту и формированием исходных данных (ГПД и метаданных) для абонентских наземных терминалов об оперативной обстановке и состоянии местности в зоне ЧС.

- Сеть низкоорбитальных спутников связи в зоне ЧС, обеспечивающих как межведомственное и межвидовое взаимодействие, так и доступ мобильных терминалов к информации, формируемой сетью спутников ДЗЗ и стационарной компонентой ГГИС ЕГИП РФ.

- **3-й уровень - Воздушный сегмент мобильной (полевой) компоненты ГГИС ЕГИП РФ в зоне ЧС**, включающий в свой состав:

- Сеть высоко эшелонных БПЛА (аэростатов, дирижаблей), оснащённых средствами связи и оптикой высокого разрешения, обеспечивающих в реальном времени формирование по запросам с мобильных наземных устройств ортофотопланов, аэрофотоснимков местности, их предварительную обработку к виду пригодному для оперативного использования наземными средствами (планшетами, ноутбуками, мобильными терминалами) для формирования актуальных карт местности в зоне ЧС с нанесённой обстановкой.

- Защищённую сеть радиосвязи в зоне ЧС (микросотовую, сотовую, транкинговую, спутниковую), обеспечивающую, как получение оперативной информации об обстановке, так и доведение полученной информации до взаимодействующих сил и средств в интересах решения оперативных задач.

В современных условиях роль ГПД для решения задач обеспечения национальной безопасности, в том числе для нужд войск в зоне СВО, постоянно возрастает, становится крайне актуальной и приоритетной. Поэтому для решения сформулированных проблем формирования, как инфраструктуры пространственных данных, в частности, так и для формирования ЕГИП РФ и построения ГГИС ЕГИП РФ необходимо в приоритетном плане решение следующих задач:

1. Формирование нормативно-правовой основы для обеспечения требуемого уровня межведомственного взаимодействия ФОИВ, СФ, организаций и предприятий промышленности, создающих, формирующих и обеспечивающих функционирование соответствующих федеральных, региональных и ведомственных фондов ГПИ, в целях эффективного решения задачи по формированию ЕГИП РФ и обеспечению необходимой полной, актуальной и достоверной геопространственной информацией (ресурсами) пользователей (ОГВ, ОВУ), решающих задачи в интересах обеспечения обороны и безопасности Российской Федерации.

2. Проведение информационного обследования интегрируемых в ЕГИП РФ федеральных ФГПД ФОИВ и региональных ФГПД СФ с целью выработки требований к ёмкости СХ ЦОД ГГИС и архитектуре РСХД.

3. Проведение информационного обследования решаемых ОГВ задач в области обеспечения обороны и безопасности, оценка требуемого для их решения перечня ГПИР. Проведение информационного обследования ГПИР, хранящихся в федеральных и региональных ФПД ФОИВ и СФ, предполагаемых к интеграции в ЕГИП РФ, с целью оценки их достаточности для задач, решаемых ОГВ в области обеспечения обороны и безопасности.

4. Проведение информационного обследования с целью определения режимов и принципов взаимодействия с геоинформационными системами, ГИС, ИС, АС ФОИВ, СФ, муниципалитетов, предприятий промышленности ФО РФ, обеспечивающих формирование и ведение федеральных, ведомственных и региональных фондов ГПИ.

5. Анализ созданных ФФПД, фондов ГПД ФОИВ и региональных фондов ГПД СФ, муниципалитетов, предприятий промышленности ФО РФ и оценка возможности их интеграции в ЕГИП РФ, формулировка перечня задач, требующих решения для осуществления такой возможности (при необходимости).

6. Определение режимов и принципов взаимодействия с ФФПД, фондами ГПД ФОИВ и региональными фондами ГПД СФ, муниципалитетов, предприятий промышленности ФО РФ.

7. Определение структуры, форматов хранения ГПД, форматов обмена ГПД с интегрируемыми фондами ГПД, правил взаимодействия фондов.

8. Определение информационной структуры ГИС и перечня решаемых прикладных задач, правил и порядка формирования к ним запросов пользователей.

9. Определение перечня задач обеспечения обороны и безопасности, при решении которых используется ГПИ.

10. Определение требуемого для задач обеспечения обороны и безопасности перечня ГПИ, её номенклатуры и структуры.

Особо следует выделить перечень задач, требующих своего безотлагательного решения для создания полевого и космического сегмента мобильной (полевой) компоненты ГГИС ЕГИП РФ в зоне ЧС:

1. Дальнейшее развитие сети высокоорбитальных ИСЗ ДЗЗ и интеграция в её состав ИСЗ с обработкой ГПД на борту с соответствующей доработкой функционала и состава бортовой аппаратуры КА ДЗЗ (включение в состав бортовой аппаратуры КА ДЗЗ программных изделий первичной обработки ДЗЗ (в том числе на базе средств ИИ) и средств радио и космической связи, для организации взаимодействия с сетью низкоорбитальных спутников связи, высоко эшелонными ретрансляторами на базе БПЛА и наземными терминалами пользователей).

2. Создание сети высоко эшелонных БПЛА связи (ретрансляторов связи) и разведывательных БПЛА, оснащённых оптикой высокого разрешения и выполняющих первичную обработку аэрофотоснимков на борту, с целью обеспечения оперативного формирования актуальных ГПД для пользователей в зоне ЧС.

3. Создание сети низкоорбитальных спутников связи для нужд действующих в зоне ЧС сил и средств, обеспечивающих как межведомственное взаимодействие, так и доступ мобильных терминалов к информации, формируемой сетью спутников ДЗЗ и БПЛА.

4. Создание Единой Мобильной межведомственной защищённой мультисервисной сотовой транкинговой сети связи в зоне ЧС, строящейся с использованием роёв БПЛА, а также ретрансляторов на мобильной базе, ретрансляторов на базе лентоподъёмных средств (воздушные шары, дирижабли с ретрансляторами на борту) в зоне ЧС и на базе высоко эшелонных БПЛА, оснащённых средствами защищённой связи.

5. Разработка средств защищённой мобильной спутниковой и радиосвязи, интегрируемых с мобильными абонентскими устройствами в зоне ЧС.

6. Разработка наземных средств автоматического приёма, обработки и доведения актуальной ГПИ, данных целеуказания, включая данные КА ДЗЗ, и соответствующих программных средств оперативного формирования актуальной картографической продукции и обеспечения автоматической обработки данных по целеуказанию.

7. Разработка высокоточной координатно-информационной системы навигации для нужд зоны ЧС, способной функционировать в условиях радиоэлектронного противодействия и отсутствия навигационной космической системы «ГЛОНАСС» в заданном районе (300x500 км) и основанной на использовании мобильной системы высокоточного координатно-информационного поля на базе быстро развёртываемых мобильных референчных станций, группирования («РОЯ») навигационно-связных мини беспилотных летательных аппаратов (МБЛА), объединённых самоорганизующейся пакетной радиосетью под управлением искусственного интеллекта и использующих квантовые акселерометры.

#### ***Библиографический список:***

1. Обновлённая концепция конвенции Организации Объединённых Наций об обеспечении международной информационной безопасности. Предложение России. [Электронный ресурс]: - М. 2023 г., 10 с.- URL:<http://www.scrf.gov.ru/media/files/file/P7ehXmaBUDOAACATW2Rwa3yNK1bNAWI9.pdf>

2. Стратегия развития информационного общества РФ на 2017-2030 годы, Указ Президента Российской Федерации № 203 от 09.05.2017 г.

3. Стратегия национальной безопасности Российской Федерации, утверждённая Указом Президента Российской Федерации №400 от 02 июля 2021 г.

УДК: 004.78

**А.С. Присяжнюк<sup>1</sup>**, к-т тех. наук, исполнительный директор ЗАО «Институт телекоммуникаций»

**А.Н. Зализнюк<sup>2</sup>**, к-т тех. наук, советник генерального директора ЗАО «Институт телекоммуникаций»

**В.Э. Жигadlo<sup>3</sup>**, д-р тех. наук, доцент, советник генерального директора ЗАО «Институт телекоммуникаций»

<sup>1</sup>ЗАО «Институт телекоммуникаций»,

194100, Россия, Санкт-Петербург, ул. Кантемировская, д. 5, лит.М

<sup>2</sup>ЗАО «Институт телекоммуникаций»,

194100, Россия, Санкт-Петербург, ул. Кантемировская, д. 5, лит.М

<sup>3</sup>ЗАО «Институт телекоммуникаций»,

194100, Россия, Санкт-Петербург, ул. Кантемировская, д. 5, лит.М

## **СОСТОЯНИЕ РАЗВИТИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ РФ. ПРОБЛЕМЫ ИНТЕГРАЦИИ НАЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМА ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ В ЕДИНОЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ ПРОСТРАНСТВО РФ**

### **Аннотация**

*В докладе рассматриваются основные принципы и особенности создания и развития Единого геоинформационного пространства. Проводится анализ нормативных актов Российской Федерации в части вопросов обеспечения национальной безопасности и особенностей использования геопространственной информации. Подробно анализируются текущее состояние решения вопросов развития инфраструктуры пространственных данных и возникающих при этом проблем, требующих своего безотлагательного разрешения. Особое внимание уделяется рассмотрению вопроса отсутствия требуемого уровня межведомственного взаимодействия ФОИВ, СФ, организаций и предприятий промышленности, создающих, формирующих и обеспечивающих функционирование соответствующих федеральных, региональных и ведомственных фондов геопространственной информации, в целях эффективного решения задачи по формированию Единого геоинформационного пространства и обеспечению необходимой полной, актуальной и достоверной геопространственной информацией (ресурсами) пользователей (органов государственной власти и органов военного управления), решающих задачи в интересах обеспечения обороны и безопасности Российской Федерации. Основные принципы и особенности создания и развития Единого геоинформационного пространства были разработаны в процессе выполнения ряда научно — исследовательских работ по исследованию принципов формирования и текущему состоя-*

нию инфраструктуры пространственных данных в рамках создаваемой в Российской Федерации Национальной системы пространственных данных.

*Ключевые слова:* информационные технологии, национальная безопасность, геопространственная информация, геопространственные данные, географическая информационная система.

**A. S. Prisyazhnyuk<sup>1</sup>, Candidate of Technical Sciences, Executive Director of CJSC Institute of Telecommunications**

**A. N. Zaliznyuk<sup>2</sup>, Candidate of Technical Sciences, Adviser to the General Director of CJSC Institute of Telecommunications**

**V. E. Zhigadlo<sup>3</sup>, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Adviser to the General Director of CJSC Institute of Telecommunications**

<sup>1</sup>ZAO Institute telecommunications",

194100, Russia, St. Petersburg, Kantemirovskaya str., 5, lit.M

<sup>2</sup>ZAO "Institute of Telecommunications",

194100, Russia, St. Petersburg, Kantemirovskaya str., 5, lit.M

<sup>3</sup>ZAO "Institute of Telecommunications",

194100, Russia, St. Petersburg, Kantemirovskaya str., 5, lit.M

**THE STATE OF DEVELOPMENT OF THE SPATIAL DATA INFRASTRUCTURE OF THE RUSSIAN FEDERATION. PROBLEMS OF INTEGRATION OF THE NATIONAL SPATIAL DATA SYSTEM INTO THE UNIFIED GEOGRAPHIC INFORMATION SPACE OF THE RUSSIAN FEDERATION**

**Abstract**

*The report discusses the basic principles and features of the creation and development of a Single geoinformation space. The analysis of the normative acts of the Russian Federation in terms of issues of ensuring national security and the specifics of the use of geospatial information is carried out. The current state of solving the issues of spatial data infrastructure development and the problems that arise in this case that require urgent resolution are analyzed in detail. Special attention is paid to the issue of the lack of the required level of interdepartmental interaction between the FIVE, SF, organizations and industrial enterprises that create, form and ensure the functioning of relevant federal, regional and departmental geospatial information funds in order to effectively solve the problem of forming a Single geoinformation space and providing the necessary complete, relevant and reliable geospatial information (resources) users (public authorities and military authorities) who solve tasks in the interests of ensuring the defense and security of the Russian Federation. The basic principles and features of the creation and development of a Unified geoinformation Space were developed in the course of a*

*number of research works on the principles of formation and the current state of spatial data infrastructure within the framework of the National Spatial Data System being created in the Russian Federation.*

*Keywords: information technology, national security, geospatial information, geospatial data, geographic information system.*

Аналогов, рассматриваемого геоинформационного пространства и формирующей его Государственной географической информационной системы (ГГИС), нет ни у нас в стране ни за рубежом. До настоящего времени различными федеральными органами исполнительной власти (ФОИВ), субъектами федерации (СФ) и предприятиями промышленности выполнялись работы по созданию различных автоматизированных систем управления, как в рамках ведомств, органов государственной власти (ОГВ), так и в рамках Вооружённых Сил Российской Федерации, в которых решались только отдельные задачи применения ГИС-технологий для автоматизированного управления как видами Вооружённых Сил Российской Федерации, так и для государственного управления. Однако, задача создания единой системы автоматизированного управления обеспечением геопространственной информацией всех уровней государственного управления (ОВУ, ФОИВ, ОГВ СФ), при решении комплекса задач обеспечения национальной безопасности Российской Федерации до настоящего времени не ставилась.

В настоящее время в стране ведётся интенсивная работа как на законодательном уровне, так и в практическом плане, по созданию инфраструктуры пространственных данных страны, создаются как на федеральном уровне, так и в Субъектах Российской Федерации фонды геопространственной информации (ФГПИ), предпринимаются различные, но пока одиночные, попытки их интеграции в рамках создаваемой инфраструктуры пространственных данных.

В состав инфраструктуры пространственных данных Российской Федерации, в соответствии со ст. 10 Федерального закона от 30.12.2015 № 431-ФЗ "О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" [1], входят:

1. федеральный фонд пространственных данных (ФФПД);
2. ведомственные фонды пространственных данных;
3. фонд пространственных данных (ФПД) федерального органа исполнительной власти, осуществляющего функции по выработке и реализации государственной политики, нормативно-правовому регулированию в области обороны (далее - фонд пространственных данных обороны);

4. фонды пространственных данных Субъектов Российской Федерации (далее - региональные фонды пространственных данных (РФПД)).

В качестве примеров, созданных государственных информационных систем и, формируемых ими ФПД, можно выделить:

1. ФПД ФОИВ:

1. Национальную систему пространственных данных (*Разработчик Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии (Росреестр)*) и входящие в её состав:

✓ Единую Электронную Картографическую Систему (Единую электронную картографическую основу (ЕЭКО) и ГИС ЕЭКО),

✓ Федеральный Портал Пространственных Данных (ФППД и ИС ФППД),

✓ Федеральный Фонд Пространственных Данных (ФФПД и ГИС ФФПД);

2. Фундаментальную астрономо-геодезическую сеть (ФАГС), включающую АПК ФСГС и Федеральную сеть геодезических станций (ФСГС);

3. Федеральную сеть дифференциальных геодезических станций (ФСДГС);

4. Проект Росреестра и РКС по созданию Национальной Сети Высочоточного Позиционирования (НСВП);

5. Единую территориально-распределённую информационную систему дистанционного зондирования Земли (ЕТРИС ДЗЗ) (*Разработчики – Рос космос и НИИТП*);

6. Национальную систему управления данными (НСУД), включая Федеральную ГИС «Единая информационная платформа национальной системы управления данными (НСУД)»;

7. ЕАСО ГПИ ЕГИП ВС РФ, АСО ЦКИ ВМФ - основные системы обеспечения ПД потребителей МО.

2. Региональные ФПД СФ, среди которых можно выделить:

1. Региональный ФПД, ГИС и АС, формирующие геоинформационное пространство (ГИП) Санкт-Петербурга, включающее:

✓ Региональную ГИС Санкт-Петербурга;

✓ Геоинформационную систему Ситуационного Центра (ГИС СЦ);

✓ Проект «Создание автоматизированной информационной системы территориальных исполнительных органов государственной власти Санкт-Петербурга», включающую Систему картографического анализа АИСТО;



✓ АС «Геоинформационная система» государственной информационной системы Санкт-Петербурга «Территориальная отраслевая региональная информационная система» (ГеоАС ТОРИС);

✓ Сеть референцных станций Санкт-Петербурга;

✓ Фонд пространственных данных Санкт-Петербурга;

✓ Информационную систему "Цифровой двойник города" для г. Кронштадт;

✓ Государственную информационную систему Санкт-Петербурга «Региональная навигационно-информационная система» (РНИС);

2. Банк пространственных данных Уральского федерального округа;

3. Геоинформационную систему Калужской области;

4. Инфраструктуру пространственных данных Республики Татарстан;

5. Инфраструктуру пространственных данных Республики Башкортостан.

По данным доклада, подготовленного Национальным исследовательским университетом «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ) в сотрудничестве с Научно-исследовательским институтом аэрокосмического мониторинга «АЭРОКОСМОС» (НИИ «АЭРОКОСМОС») по результатам реализации научно-исследовательской работы *«Исследование и прогнозирование потребностей экономики в пространственных данных, данных дистанционного зондирования Земли и геоинформационных технологиях, а также услугах, сервисах и продуктах, созданных на их основе»* (шифр «ГеоДата»), выполненной по заказу Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии (Росреестра) выделены ТОП-10 регионов РФ имеющих РФПД [2].

Вместе с тем, в том же докладе НИУ ВШЭ формулируются проблемы и барьеры развития инфраструктуры ПД РФ:

1. Слабая скоординированность деятельности организаций как на уровне федеральных органов исполнительной власти, так и госкорпораций, и компаний с государственным участием.

2. Устаревший инструментарий учёта, анализа и координации экономической деятельности в сфере пространственных данных (требуется уточнение ОКВЕД).

3. Недостаточный уровень формирования и распространения правоприменительной практики, низкое качество коммуникации профессионального сообщества и регуляторов, негативно влияющее на развитие рынка ПД.

4. Необеспеченность геодезической и картографической деятельности базовым инструментарием для унификации и стандартизации

(требуется нормирование понятийного аппарата и классификаторов ПД).

5. Ограниченность бюджетного финансирования.

6. Недостаточное качество базовых пространственных данных и низкая плотность покрытия ими территории Российской Федерации.

7. Дефицит актуального технического регулирования в области создания пространственных данных с использованием современных технологий (необходимо разработать и утвердить документы технического регулирования, регламентирующие производство аэрофотосъемочных работ, в том числе с использованием цифровых фотоаппаратов, беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), программных средств обработки материалов, с учетом появления новых технологий; разработать и внедрить соответствующие требования к структуре и описанию метаданных ПД, содержащихся в государственных фондах пространственных данных).

8. Несопоставимость координат пространственных объектов из различных категорий и источников.

9. Ограниченность способов и длительные сроки предоставления публичной правовой пространственной информации.

10. Ограниченная доступность базовых пространственных данных.

11. Инертность IT-подразделений в части использования передовых методов управления пространственными данными.

12. Недостаточный уровень безопасности хранения данных и низкая производительность доступа к ним.

13. Отсутствие моделей для разработки сводных отчетов с пространственной информацией.

14. Дефицит квалифицированных специалистов в области создания, хранения и анализа пространственной информации.

15. Низкая осведомленность пользователей о возможностях использования пространственных данных, геоинформационных технологий и данных дистанционного зондирования Земли в различных сферах экономической деятельности.

16. Слабое взаимодействие государства, бизнеса и общества в области создания пространственной информации и обмена ею.

Следует отметить, что несмотря на большую работу, проделанную правительством, формирование инфраструктуры ПД РФ выполняется не системно, при его формировании не учитывается вся специфика задач государственного управления, тем более для обеспечения обороны и безопасности страны. Задачи по оцифровке территории РФ выполняются с учётом узких ведомственных задач (Росреестр, например, ре-

шает первоочередным порядком задачи кадастрового учёта и учёта собственности на землю) и ограниченных объёмов финансирования. Задача создания ЕГИП РФ, в контексте решения задач национальной безопасности, формулируется впервые, требует глубокой системной проработки, как принципов построения единого геоинформационного пространства, его технической инфраструктуры (вычислительных ресурсов, ресурсов систем хранения данных, телекоммуникационной инфраструктуры), так и накопленного опыта создания инфраструктуры ПД РФ, а также требует координации усилий ОВУ, ОГВ (ФОИВ, СФ), предприятий промышленности, коммерческих структур, занимающихся вопросами сбора и накопления геопространственной информации, данных дистанционного зондирования земли (ДЗЗ).

Безусловно, вышеперечисленные проблемы и барьеры актуальны и при создании ЕГИП РФ. Кроме того, при формировании Единого геоинформационного пространства в интересах обеспечения национальной безопасности Российской Федерации требуют своего разрешения также следующие проблемы:

1. Отсутствие единой для создаваемого ЕГИП РФ нормативно-правовой, информационно-технологической и технической инфраструктуры.

2. Отсутствие оперативного информационного взаимодействия потенциальных пользователей ЕГИП РФ.

3. Отсутствие геоинформационных ресурсов, способствующих эффективному решению задач в области обеспечения обороны и безопасности Российской Федерации.

4. Отсутствие эффективных методов защиты геоинформационных ресурсов.

5. Отсутствие системы автоматизированного оперативного обновления геопространственной информации и ведения баз данных изменений геопространственной информации.

6. Отсутствие единого современного унифицированного программно-аппаратного комплекса для создания и содержания единой системы электронных карт (в том числе и военного назначения) с учётом уровня современных требований.

7. Отсутствие совершенствования применяемых способов визуализации геопространственной информации с учетом современных средств и методов её использования в интересах обеспечения национальной безопасности государства.

8. Отсутствие единых унифицированных геоинформационных программных средств для работы пользователей (ОГВ, ОВУ) на автоматизированных рабочих местах.

9. Отсутствие требуемого уровня межведомственного взаимодействия ФОИВ, СФ, организаций и предприятий промышленности, создающих, формирующих и обеспечивающих функционирование соответствующих федеральных, региональных и ведомственных фондов ГПИ, в целях эффективного решения задачи по формированию ЕГИП РФ и обеспечению необходимой полной, актуальной и достоверной геопространственной информацией (ресурсами) пользователей (ОГВ, ОВУ), решающих задачи в интересах обеспечения национальной безопасности Российской Федерации.

В современных условиях роль ГПИ для решения задач национальной безопасности, в том числе для нужд войск в зоне СВО, становится крайне актуальной и приоритетной. Поэтому для решения сформулированных проблем формирования, как инфраструктуры пространственных данных, в частности, так и для формирования ЕГИП РФ и построения ГГИС ЕГИП РФ необходимо в приоритетном плане решение следующих задач:

11. Формирование нормативно-правовой основы для обеспечения требуемого уровня межведомственного взаимодействия ФОИВ, СФ, организаций и предприятий промышленности, создающих, формирующих и обеспечивающих функционирование соответствующих федеральных, региональных и ведомственных фондов ГПИ, в целях эффективного решения задачи по формированию ЕГИП РФ и обеспечению необходимой полной, актуальной и достоверной геопространственной информацией (ресурсами) пользователей (ОГВ, ОВУ), решающих задачи в интересах обеспечения национальной безопасности Российской Федерации.

12. Проведение информационного обследования интегрируемых в ЕГИП РФ федеральных ФГПД ФОИВ и региональных ФГПД СФ с целью выработки требований к ёмкости систем хранения данных центров обработки данных (СХД ЦОД) ГГИС, архитектуре распределённых СХД (РСХД) ГГИС ЕГИП РФ и требований к пропускной способности каналов связи, защищённой ИТКС ГГИС.

13. Проведение информационного обследования решаемых ОГВ задач в области национальной безопасности, оценка требуемого для их решения перечня ГПИ.

14. Проведение информационного обследования ГПИ, хранящихся в федеральных и региональных ФПД ФОИВ и СФ, предполагаемых к интеграции в ЕГИП РФ, с целью оценки их достаточности для задач, решаемых ОГВ в области национальной безопасности.

15. Проведение информационного обследования с целью определения режимов и принципов взаимодействия с геоинформационными

системами, ГИС, ИС, АС ФОИВ, СФ, муниципалитетов, предприятий промышленности ФО РФ, обеспечивающих формирование и ведение федеральных, ведомственных и региональных фондов ГПИ.

16. Проведение информационного обследования и анализ созданных ФФПД, фондов ГПИ ФОИВ и региональных фондов ГПД СФ, муниципалитетов, предприятий промышленности ФО РФ с целью оценки возможности их интеграции в ЕГИП РФ, формулировка перечня задач, требующих решения для осуществления такой возможности (при необходимости).

17. Проведение информационного обследования с целью определения режимов и принципов взаимодействия с ФФПД, фондами ГПД ФОИВ и региональными фондами ГПД СФ, муниципалитетов, предприятий промышленности ФО РФ.

18. Определение структуры, форматов хранения ГПИ, форматов обмена ГПИ с интегрируемыми фондами ГПД, правил взаимодействия фондов.

19. Определение информационной структуры ГГИС и перечня решаемых прикладных задач, правил и порядка формирования к ним запросов пользователей.

20. Проведение информационного обследования с целью определения перечня задач в области обеспечения национальной безопасности, при решении которых используется ГПИ.

21. Проведение информационного обследования с целью определения требуемого перечня ГПИ для задач в области обеспечения национальной безопасности, их номенклатуры и структуры.

#### ***Библиографический список:***

1. Федеральный закон "О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" № 431-ФЗ от 30.12.2015.

2. Пространственные данные: потребности экономики в условиях цифровизации / Е. Б. Белогурова, В. Е. Воробьев, О. Г. Гвоздев и др.; Фед. служба гос. регистрации, кадастра и картографии; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики»; НИИ «АЭРОКОСМОС». – М.: НИУ ВШЭ, 2020. – 128 с.

УДК 519.725

**А.С. Шведенко**

*Севастопольский государственный университет ул. Университетская  
33, г. Севастополь, Россия, 299053*

*e-mail: [sanya.shvedenko@mail.ru](mailto:sanya.shvedenko@mail.ru)*

## **ПРОГРАММНАЯ СРЕДА ДЛЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ NETCDF ДАННЫХ В НАБОР ТАЙЛОВ ДЛЯ ОТОБРАЖЕНИЯ НА КАРТЕ**

### **Аннотация**

*Разработана программная среда для преобразования NetCDF данных в набор тайлов для отображения на карте. Создано API для дальнейшего получения тайлов на клиентскую часть.*

*Ключевые слова: метеоданные, NetCDF, тайлы, Python, карта.*

**A.Shvedenko**

*Sevastopol State University Universitetskaya Str. 33, Sevastopol, Russia,*

*299053 e-mail: [sanya.shvedenko@mail.ru](mailto:sanya.shvedenko@mail.ru)*

## **A SOFTWARE ENVIRONMENT FOR CONVERTING NETCDF DATA INTO A SET OF TILES FOR DISPLAY ON THE MAP**

### **Abstract**

*A software environment has been developed for converting netCDF data into a set of tiles to display on the map. An API has been created for further obtaining tiles on the client side.*

*Keywords: weather data, netCDF, tiles, Python, map.*

В современном мире метеоданные стали неотъемлемой частью нашей жизни. Мы ежедневно проверяем погоду на завтрашний день и в зависимости от прогноза берём с собой зонт или солнцезащитные очки. Разрабатывая платформу для мониторинга состояния пляжей была поставлена задача по преобразованию NetCDF [Ошибка! Источник ссылки не найден.] данных в набор тайлов для их дальнейшего отображения на карте. Доступ к тайлам должен осуществляться с помощью API. Кроме этого, необходимо обеспечить формирование тайлов только для определённой области на карте, т.к. расчёты производились только для Крыма. Задача довольно специфичная, поэтому на рынке нет готовых решений.

Целью работы является разработка программной среды для преобразования NetCDF данных в набор тайлов [Ошибка! Источник ссылки не найден.] для отображения на карте.

Для решения проблемы был использован язык программирования Python. Данную проблему было решено решать в два этапа. На первом предстояло преобразовать NetCDF данные в обычную картинку, а на

втором этапе картинка преобразовывалась в тайлы для конкретного участка с учётом широты и долготы. Далее последовала разработка API для дальнейшего получения тайлов с back-end на front-end.

В результате работы была получена программная среда, которая выполняет все поставленные задачи, а именно:

- Преобразование NetCDF данных в тайлы;
- API для получения тайлов;
- Формирование тайлов только для определённой области на карте.

Благодаря тому, что у приложения есть API, а также вызов скрипта прямо из командной строки с необходимыми параметрами, приложение можно легко сделать полностью самостоятельным продуктом в виде веб-версии или даже отдельной программы на компьютер Windows.

### ***Библиографический список:***

1. Титов, А. Г. Разработка Веб-ГИС на основе сервисов обработки и визуализации пространственных данных для анализа и прогнозирования региональных климатических изменений / А. Г. Титов, И. Г. Окладников, Е. П. Гордов // Информационные и математические технологии в науке и управлении. – 2016. – № 4-2. – С. 96-109. – EDN XCHTAX.

2. Камильянова, А. Д. Векторные тайлы: преимущества использования / А. Д. Камильянова // Актуальные вопросы в науке и практике: Сборник статей по материалам IX международной научно-практической конференции. В 2-х частях, Самара, 12 июня 2018 года. Том Часть 1. – Самара: Общество с ограниченной ответственностью Дендра, 2018. – С. 84-88. – EDN UYWOAE.

УДК 519

**А.М.Попова, студент кафедры «Информационные системы»**

**В.Н.Бондарев, доцент кафедры «Информационные системы»**

*ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»*

*ул. Университетская 33, г. Севастополь, Россия, 299053*

## **ПРИМЕНЕНИЕ ИИ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ФЕРМАХ**

### **Аннотация**

*В статье рассматривается применение искусственного интеллекта в автоматизированном гидропонном хозяйстве. Описываются принципы работы ИИ-систем в контролируемых условиях закрытого грунта, особенности автоматизации процессов выращивания растений и роль машинного обучения в оптимизации сельскохозяйственного производства. Особое внимание уделяется техническим аспектам реализации ИИ-систем, их экономической эффективности и экологической устойчивости. Статья актуальна для специалистов в области сельского хозяйства, разработчиков автоматизированных систем и всех интересующихся перспективами цифровой трансформации агропромышленного комплекса.*

*Ключевые слова: искусственный интеллект, система, программа, IT-технологии*

**A.M.Popova, student of the Department of Information Systems**

**V.N.Bondarev, Associate Professor of the Department of Information Systems**

*Sevastopol State University, 33 Universitetskaya St., Sevastopol, Russia, 299053*

## **THE USE OF AI IN AUTOMATED FARMS**

*The article discusses the use of artificial intelligence in automated hydroponic farming. It describes the principles of operation of AI systems in controlled conditions of closed soil, the features of automation of plant growing processes and the role of machine learning in optimizing agricultural production. Particular attention is paid to the technical aspects of the implementation of AI systems, their economic efficiency and environmental sustainability. The article is relevant for specialists in the field of agriculture, developers of automated systems and anyone interested in the prospects of digital transformation of the agro-industrial complex.*

*Key words: artificial intelligence, system, program, IT technologies*

Применение искусственного интеллекта в современном сельском хозяйстве революционизирует способы производства продуктов пита-



ния. Особенно значимым является его использование в автоматизированных гидропонных фермах, где человеческое вмешательство сводится к минимуму. Рассмотрим подробно, как ИИ преобразует этот вид сельскохозяйственной деятельности.

#### Введение в автоматизированные гидропонные фермы

Гидропоника представляет собой революционный метод выращивания растений без использования почвы, где растения получают питательные вещества непосредственно из водного раствора. Этот инновационный подход позволяет создать полностью контролируемую среду для роста растений в помещении, что особенно важно в условиях современных проблем сельского хозяйства. В отличие от традиционного земледелия, где растения получают питательные вещества через почву, в гидропонике питательные вещества подготавливаются в виде специального раствора, который доставляется непосредственно к корням растений.

Такой подход к выращиванию растений имеет ряд существенных преимуществ. Во-первых, он позволяет максимально точно контролировать состав питательного раствора, что обеспечивает оптимальное питание растений на каждом этапе их развития. Во-вторых, отсутствие почвы исключает риск загрязнения продукции и позволяет получать более чистую продукцию. В-третьих, гидропоника позволяет выращивать культуры в любом месте, независимо от качества почвы, что особенно важно для регионов с ограниченными сельскохозяйственными землями.

Особенно важным становится этот метод в условиях современных проблем сельского хозяйства. Рост мирового населения и изменение климата создают серьезные вызовы для традиционного сельского хозяйства. Гидропоника позволяет решить многие из этих проблем, обеспечивая стабильное производство продуктов питания независимо от погодных условий и сезонных изменений. Кроме того, этот метод позволяет значительно сократить потребление воды и земли, что делает его особенно перспективным для будущего сельского хозяйства.

#### Основные компоненты ИИ-системы для гидропоники

Система мониторинга и сенсоров является фундаментальным компонентом современной гидропонной ИИ-системы, обеспечивающим непрерывный сбор данных о состоянии окружающей среды и раствора для питания растений. Датчики температуры и влажности воздуха играют ключевую роль в поддержании оптимальных условий роста растений, поскольку даже небольшие отклонения от нормы могут существенно повлиять на развитие культуры. Термисторные датчики с высокой точностью  $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$  и цифровые термометры DS18B20 обеспечивают

постоянный контроль температуры в диапазоне 15-35°C, который является критичным для фотосинтеза и поглощения питательных веществ растениями. Важно отметить, что эти датчики размещаются на разной высоте в помещении, поскольку температура может существенно различаться на уровне корней и листьев растений.

Измерители уровня освещенности дополняют систему мониторинга, контролируя как естественное, так и искусственное освещение. Эти датчики измеряют не только общую интенсивность света, но и его спектральный состав, что особенно важно для фотосинтеза растений. Современные модели могут различать различные диапазоны спектра, что позволяет точно настроить работу светодиодных ламп для оптимального роста конкретных культур.

Анализаторы pH и питательных веществ в растворе представляют собой один из самых сложных компонентов системы мониторинга. Эти датчики постоянно отслеживают кислотность раствора и концентрацию необходимых макро- и микроэлементов, что критически важно для здорового роста растений. Современные модели могут определять содержание азота, фосфора, калия и других необходимых элементов, отправляя сигналы ИИ-системе о необходимости корректировки состава питательного раствора.

Системы контроля уровня воды завершают цикл мониторинга, обеспечивая постоянный надзор за объемом раствора в гидропонной установке. Эти датчики не только предотвращают пересыхание системы, но и контролируют процесс циркуляции раствора, что важно для равномерного распределения питательных веществ между всеми растениями. В случае отклонения от нормы система автоматически запускает подачу воды или сигнализирует об необходимости ручной корректировки.

Автоматизация процессов в современной гидропонной ИИ-системе представляет собой сложный комплекс взаимосвязанных механизмов, обеспечивающих оптимальные условия роста растений. Автоматические системы подачи питательных веществ являются ключевым элементом этой системы, поскольку они позволяют точно дозировать необходимые вещества в зависимости от стадии развития растений и их потребностей. Эти системы работают в тесном взаимодействии с контролем климатических параметров, который поддерживает оптимальный баланс температуры и влажности воздуха для эффективного поглощения питательных веществ растениями.

Мониторинг здоровья растений осуществляется с помощью специальных датчиков и камер, которые постоянно анализируют внешний

вид растений, их рост и развитие. Эта информация поступает в ИИ-систему, которая обрабатывает данные в реальном времени от всех датчиков системы мониторинга. Особую важность имеет выявление аномалий и отклонений от нормы, что позволяет системе оперативно корректировать параметры роста растений до того, как возникнут серьезные проблемы.

Прогнозирование и оптимизация являются одним из наиболее важных аспектов работы ИИ-системы. На основе анализа исторических данных и текущих показаний система предсказывает оптимальные условия роста для конкретной культуры, учитывая все факторы окружающей среды и потребности растений на разных стадиях развития. Это позволяет точно планировать урожайность и оптимизировать расход ресурсов, что особенно важно для коммерческого производства.

Автоматическая корректировка параметров осуществляется через систему исполнительных механизмов, которые получают команды от ИИ-системы. Контроль температуры и влажности воздуха происходит непрерывно, с возможностью точной настройки этих параметров для разных зон роста растений. Регулирование освещенности осуществляется с учетом естественного света и потребностей конкретных культур, а поддержание оптимального уровня питательных веществ обеспечивает здоровый рост растений на всех стадиях развития.

Автоматизированные гидропонные фермы обладают целым рядом существенных преимуществ, которые делают их особенно привлекательными для современного сельского хозяйства. Экономическая эффективность является одним из ключевых преимуществ таких систем, где сокращение потребления воды до 90% по сравнению с традиционным сельским хозяйством становится возможным благодаря точному контролю подачи питательных растворов и полной утилизации сточных вод. Минимизация отходов ресурсов достигается за счет замкнутой системы циркуляции раствора, а оптимизация энергопотребления обеспечивается автоматическим управлением освещением и климат-контролем на основе прогнозирования погодных условий и потребностей растений.

Технологические преимущества включают в себя высокую точность контроля параметров роста растений, что достигается благодаря автоматизированной системе мониторинга и корректировки всех необходимых показателей. Снижение риска ошибок при уходе за растениями становится возможным благодаря исключению человеческого фактора в процессе управления фермой, а возможность круглогодичного производства позволяет получать стабильный урожай независимо от сезонных изменений и погодных условий.

Экологическая устойчивость является важнейшим аспектом работы автоматизированных гидропонных ферм. Минимальное использование земли позволяет создавать производственные площади даже в городской черте, что сокращает затраты на транспортировку продукции. Снижение потребления воды достигается не только за счет замкнутой системы циркуляции раствора, но и благодаря точному дозированию влаги под каждое растение. Особенно важно отметить возможность интеграции таких ферм с возобновляемыми источниками энергии, что делает их практически независимыми от традиционных энергосистем и существенно снижает их воздействие на окружающую среду.

Технические аспекты реализации автоматизированной гидропонной фермы требуют тщательного проектирования и внедрения нескольких ключевых компонентов инфраструктуры. Сетевое подключение датчиков является фундаментальной частью системы, обеспечивающей надежную передачу данных от всех точек мониторинга к центральному серверу обработки. Центральный сервер выполняет роль мозгового центра всей системы, обрабатывая огромные объемы данных от датчиков температуры, влажности, освещенности и анализаторов раствора в реальном времени. Автоматические исполнительные механизмы, получая команды от сервера, осуществляют точное дозирование питательных веществ, регулируют климатические параметры и контролируют уровень воды в системе.

Безопасность системы имеет критическое значение для бесперебойной работы фермы. Защита от киберугроз обеспечивается многоуровневой системой безопасности, включающей брандмауэры, системы обнаружения вторжений и шифрование данных. Резервное копирование информации осуществляется на внешних серверах с автоматическим обновлением базы данных каждые несколько минут, что позволяет восстановить работу системы даже при серьезных сбоях. Системы аварийного отключения автоматически вступают в действие при критических отклонениях параметров или неисправности оборудования, защищая как сами растения, так и технические компоненты фермы.

Перспективы развития ИИ в гидропонном хозяйстве выглядят особенно перспективными. В ближайшем будущем ожидается существенное улучшение точности прогнозных моделей благодаря накоплению большого объема исторических данных и развитию алгоритмов машинного обучения. Расширение функциональности робототехники позволит автоматизировать еще больше процессов, от посадки до сбора урожая, что существенно повысит эффективность производства. Особый интерес представляет интеграция ИИ-систем с другими технологиями -

блокчейном для отслеживания качества продукции, дронами для визуального мониторинга и другими инновационными решениями, что делает производство еще более эффективным и устойчивым к различным рискам.

Автоматизированные гидропонные фермы с использованием ИИ действительно представляют собой революционный подход к сельскому хозяйству, который кардинально меняет традиционные представления о производстве продуктов питания. Полная автоматизация процессов и минимальное участие человека позволяют достичь беспрецедентной эффективности производства при сохранении качества продукции. Это достигается благодаря точному контролю всех параметров роста растений, оптимизации использования ресурсов и исключению человеческого фактора, который часто является источником ошибок в традиционном сельском хозяйстве.

По мере развития технологий мы можем ожидать дальнейшего совершенствования таких систем и их более широкого внедрения в сельскохозяйственную практику. Улучшение точности прогнозных моделей позволит еще лучше предсказывать оптимальные условия роста растений, а расширение функциональности робототехники сделает производство еще более эффективным. Особый интерес представляет интеграция ИИ-систем с другими технологиями - блокчейном для отслеживания качества продукции, дронами для визуального мониторинга и другими инновационными решениями, что сделает производство еще более эффективным и устойчивым к различным рискам.

#### ***Библиографический список:***

1. Рассел, С., Норвиг, П. Искусственный интеллект: современный подход / С. Рассел, П. Норвиг. — 3-е изд. — М.: Прентис Холл, 2016. — 1104 с.

2. Гудфеллоу, И., Бенгио, Ю., Курвиль, А. Глубокое обучение / И. Гудфеллоу, Ю. Бенгио, А. Курвиль. — М.: MIT Press, 2016. — 800 с.

3. Равичандран Л. Искусственный интеллект в гидропонном хозяйстве / Л. Равичандран // LinkedIn Pulse. - 2024. - [Электронный ресурс]. - URL: <https://www.linkedin.com/pulse/artificial-intelligenceai-powered-hydroponics-lakshmi-ravichandran-yya2f> (дата обращения: 29.01.2025)

4. Saiwa.ai. Применение ИИ в гидропонном хозяйстве / Saiwa.ai // Blog. - 2025. - [Электронный ресурс]. - URL: <https://saiwa.ai/blog/AI-for-Hydroponic-Farming/> (дата обращения: 29.01.2025)

УДК 519.725

**С.О. Антипин, студент кафедры «Информационные технологии и компьютерные системы»**

**И.А. Балакирева, к.т.н., доцент кафедры «Информационные технологии и компьютерные системы»**

*ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»*

*ул. Университетская 33, г. Севастополь, Россия, 299053*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОПТИМАЛЬНОГО ВЫБОРА ПРОЕКТОВ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ РЫНКА**

### **Аннотация**

*В современных экономических условиях принятие инвестиционных решений осложняется высокой степенью неопределенности. Колебания макроэкономических показателей, изменения в законодательстве и технологическая нестабильность требуют применения адаптивных подходов к выбору проектов. В данной статье рассматриваются методы оптимального распределения капиталовложений в условиях неопределенности, включая нечеткое, сценарное и неопределенное программирование, а также гибридные алгоритмы. Основное внимание уделяется разработке математических моделей, учитывающих вероятностное распределение параметров и потенциальные риски. Проведенный анализ показал, что использование гибридных алгоритмов, в частности, генетических методов и алгоритмов роя частиц, позволяет достичь большей устойчивости и точности прогнозирования по сравнению с традиционными методами. Полученные результаты могут быть применены в корпоративном управлении, государственном стратегическом планировании и финансовом секторе для повышения эффективности инвестиционных решений.*

*Ключевые слова: инвестиционные решения, неопределенность, нечеткое программирование, сценарное моделирование, гибридные алгоритмы, машинное обучение, распределение капиталовложений*

**S.O. Antipin, student of the Department of Information Technology and Computer Systems,**

**I.A. Balakireva, Ph.D., Associate Professor of the Department of Information Technology and Computer Systems**

**Sevastopol State University, 33 Universitetskaya St., Sevastopol, Russia, 299053**

## **RESEARCH OF THE OPTIMAL PROJECT SELECTION SYSTEM IN CONDITIONS OF MARKET UNCERTAINTY**

### **Annotation**

*In modern economic conditions, investment decision-making is complicated by a high degree of uncertainty. Fluctuations in macroeconomic indicators, changes in legislation, and technological instability require adaptive approaches to project selection. This article examines methods for optimal capital allocation under uncertainty, including stochastic, scenario-based, and fuzzy programming, as well as hybrid algorithms. The primary focus is on developing mathematical models that incorporate probabilistic parameter distributions and potential risks. The analysis has shown that the use of hybrid algorithms, particularly genetic methods and particle swarm optimization, achieves greater stability and accuracy in forecasting compared to traditional approaches. The obtained results can be applied in corporate management, government strategic planning, and the financial sector to improve the efficiency of investment decisions.*

*Key words: investment decisions, uncertainty, stochastic programming, scenario modeling, hybrid algorithms, machine learning, capital allocation*

### ***Введение***

Современные рыночные условия характеризуются высокой степенью неопределенности, что значительно усложняет процесс принятия инвестиционных решений. Колебания экономических показателей, изменения в законодательной среде и технологическая нестабильность создают необходимость применения новых подходов к выбору проектов. Оптимальное распределение капиталовложений требует использования методов, которые учитывают изменчивость параметров и потенциальные риски. В данном исследовании рассматриваются модели и методы оптимального выбора проектов в условиях неопределенности, включая нечеткое, сценарное и неопределенное программирование, а также гибридные алгоритмы. Целью исследования является разработка эффективных инструментов для повышения устойчивости принимаемых решений.

### ***Методы исследования***

Для исследования проблемы оптимального выбора проектов в условиях неопределенности используется комплексный методологический подход, включающий математическое моделирование, вероятностные методы, стохастическое программирование и гибридные алгоритмы. Каждый из этих подходов направлен на решение отдельных аспектов задачи, обеспечивая всесторонний анализ и адаптивность моделей к изменениям внешней среды.

Основным инструментом исследования является математическое моделирование, позволяющее формализовать процесс принятия решений в инвестиционной деятельности. В условиях неопределенности

применяются вероятностные модели, которые описывают изменчивые параметры системы в виде случайных величин и их распределений. Использование стохастического программирования даст возможность учитывать различные сценарии развития событий и прогнозировать последствия выбора конкретных стратегий.

Одним из ключевых подходов является сценарное моделирование, основанное на построении множества возможных вариантов развития событий, характеризующихся различными значениями параметров риска и доходности. Этот метод позволяет сравнивать стратегии выбора проектов в различных условиях и адаптировать инвестиционные решения к возможным изменениям.

Также в исследовании применяются вероятностные методы представления данных, позволяющие формализовать неопределенность на уровне исходных параметров модели. В отличие от традиционных методов оптимизации, вероятностные модели используют интервальные и статистические характеристики параметров, что повышает реалистичность оценок.

Для повышения точности решений используются гибридные алгоритмы, объединяющие элементы классического математического программирования и искусственного интеллекта. Среди них особое внимание уделяется эволюционным алгоритмам, включая генетические алгоритмы и алгоритмы роя частиц, которые обеспечивают гибкость и способность к обучению на основе исторических данных. Такие методы позволяют находить оптимальные стратегии выбора проектов, даже в ситуациях высокой неопределенности и многокритериальной зависимости.

Выбор данных методов обусловлен их способностью учитывать изменчивость рыночных факторов и адаптироваться к динамическим условиям. В отличие от традиционных детерминированных моделей, которые предполагают наличие полной и точной информации, предложенные методы позволяют анализировать неопределенные данные и снижать риски за счет учета множества возможных сценариев.

Таким образом, сочетание математического моделирования, неопределенного программирования, вероятностных представлений данных и гибридных алгоритмов обеспечивает возможность выработки устойчивых инвестиционных стратегий. Эти методы позволяют адаптироваться к изменяющимся условиям рынка, минимизировать потенциальные потери и повышать точность прогнозирования, что делает их перспективными для применения в задачах управления капиталовложениями.

### ***Основные результаты***



Разработанные модели позволяют учитывать широкий спектр факторов неопределенности, минимизировать риски и находить наиболее устойчивые решения. Анализ показал, что применение гибридных алгоритмов, включающих генетические алгоритмы и методы роя частиц, демонстрирует более высокую точность и адаптивность по сравнению с традиционными методами. Проведенные эксперименты подтвердили, что сочетание статистических методов и алгоритмов машинного обучения значительно улучшает качество принимаемых решений.

### ***Обсуждение и интерпретация***

Полученные результаты подтверждают необходимость комплексного подхода к выбору проектов в условиях нестабильности. Использование различных методов оптимизации позволяет учитывать неопределенность на всех этапах принятия решений. Применение гибридных алгоритмов в управлении инвестициями открывает новые возможности для повышения эффективности бизнес-стратегий и разработки более надежных инвестиционных моделей.

### ***Заключение***

Рассмотренные методы и модели могут быть полезны как для частного бизнеса, так и для государственных структур, занимающихся стратегическим планированием. Разработанные алгоритмы оптимального выбора проектов позволяют повысить устойчивость инвестиционных решений и снизить возможные финансовые потери. В дальнейшем предполагается расширение исследования за счет внедрения новых технологий машинного обучения и искусственного интеллекта для улучшения адаптивности моделей.

### ***Библиографический список:***

1. Modelling performing calculations over the data presented in a probabilistic form / N. Sapozhnikov, A. Polyakov, A. Bryukhovetskiy, D. Moiseev // MATEC Web of Conferences: 2018 International Conference on Modern Trends in Manufacturing Technologies and Equipment, ICMTMTE 2018, Sevastopol, 10–14 сентября 2018 года. Vol. 224. – Sevastopol: EDP Sciences, 2018. – P. 04019. – DOI 10.1051/matecconf/201822404019.
2. Moiseev, D. Methodology of Probabilistic Representation and Transformation of Information / D. Moiseev // 2019 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies, FarEastCon 2019, Vladivostok, 01–04 октября 2019 года. – Vladivostok: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2019. – P. 8934304. – DOI 10.1109/FarEastCon.2019.8934304.

3. Sapozhnikov, N. Advantages of using the probabilistic form of information representation in information-control systems / N. Sapozhnikov, A. Polyakov, D. Moiseev // 2019 International Science and Technology Conference "EastConf", EastConf 2019, Vladivostok, 01–02 марта 2019 года. – Vladivostok, 2019. – P. 8725406. – DOI 10.1109/Eastconf.2019.8725406.

4. Лю Б. Теория и практика неопределенного программирования / пер. с англ. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. 416 с.: ил. (Адаптивные и интеллектуальные системы).

5. Теплова, Т. В. Инвестиции: учебник и практикум для вузов / Т. В. Теплова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 781 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18289-7. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/534717> (дата обращения: 9.01.2025).

6. Шарп У. Ф., Александер Г. Дж., Бэйли Д. Джеффри. Инвестиции / Уильям Ф. Шарп, Гордон Дж. Александер, Джеффри В. Бэйли. — М.: ИНФРА-М, 2013. — 1024 с.

7. Осадчий В. В. Методология и принципы распределения активов // Журнал прикладных исследований. 2021. № 6. С. 128–132. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodologiya-i-printsipy-raspredeleniya-aktivov> (дата обращения: 09.01.2025).

8. Акинфиев В. К. Моделирование инвестиционных стратегий компаний в условиях неопределенности // Управление большими системами: сборник трудов. 2016. № 61. С. 136–167. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-investitsionnyh-strategiy-kompaniy-v-usloviyah-neopredelyonnosti> (дата обращения: 10.01.2025).

9. Maume-Deschamps V., Rulière D., Said K. A risk management approach to capital allocation // arXiv: Risk Management (q-fin.RM). 2015. URL: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1506.04125> (дата обращения: 10.01.2025).

10. Li B., Teo K. L. Portfolio optimization in real financial markets with both uncertainty and randomness // Applied Mathematical Modelling. 2021. Vol. 100. P.

11. Fransisca D. C., Firman S., Chaerani D., Abdul Halim N. Robust Portfolio Mean-Variance Optimization for Capital Allocation in Stock Investment Using the Genetic Algorithm: A Systematic Literature Review // Computation. 2024. Vol. 12, No. 8. P. 166.

12. Bryukhovetskiy, A. Research of the model for detecting UMV interfaces vulnerabilities based on information criterion / A. Bryukhovetskiy, V. Miryanova, D. Moiseev // III International Workshop on Modeling, Information Processing and Computing (MIP: Computing-2021), Krasnoyarsk, 28

мая 2021 года. Vol. 2899. – Krasnoyarsk, Russia: CEUR-WS, 2021. – P. 162-168. – DOI 10.47813/dnit-mip3/2021-2899-162-168.

13. Moiseev, D. Models of the threat of virus idea dissemination in information-telecommunication networks / D. Moiseev, V. Miryanova // III International Workshop on Modeling, Information Processing and Computing (MIP: Computing-2021), Krasnoyarsk, 28 мая 2021 года. Vol. 2899. – Krasnoyarsk, Russia: CEUR-WS, 2021. – P. 175-180. – DOI 10.47813/dnit-mip3/2021-2899-175-180.

УДК 004.4

**А.А.Епихин, магистрант 1-го курса**

*ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»*

*ул. Университетская 33, г. Севастополь, Россия, 299053*

## **ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ ЗАДАЧ КОМАНДОЙ**

### **Аннотация**

*В статье рассматривается вопрос совместной оценки трудоемкости задач методом покера планирования и представлена разработка web-приложения, отвечающего пользовательским требованиям разработчиков программного обеспечения.*

*Ключевые слова: оценка задач командой, покер планирования, Scrum, информационная система, web-приложение.*

**A.A.Epikhin, 1st year Master's student**

*Sevastopol State University, 33 Universitetskaya St., Sevastopol, Russia, 299053*

## **THE TEAM'S TASK ASSESSMENT INFORMATION SYSTEM**

### **Annotation**

*The article explores the issue of collaborative task effort estimation using the Planning Poker method and presents the development of a web-application that meets the requirements of software developers.*

*Key words: team task estimation, Planning Poker, Scrum, information system, web-application.*

Эффективная оценка задач командой при разработке программного продукта играет ключевую роль в повышении производительности, оптимизации ресурсов и обеспечении успешного завершения проектов в условиях постоянно меняющейся среды информационных технологий, что и обуславливает актуальность рассматриваемой темы.

Для процесса коллективной оценки трудоемкости задач используются различные методы, однако самым известным в «scrum-командах» является «покер планирования» или «scrum-покер».

«Покер планирования» - это техника оценки, применяемая в scrum-командах в контексте гибкой методологии разработки для совместной оценки сложности (трудоемкости) задач.

Процесс оценки:

1. Ведущий (модератор) выбирает задачу для оценки.
2. Участники команды выбирают карту из колоды, отражающую их оценку сложности задачи.
3. После раскрытия карт команда обсуждает расхождения в оценках.
4. Процесс повторяется до достижения консенсуса.

5. Итоговая оценка задачи вычисляется, например, как среднее арифметическое всех значений карт.

В качестве колоды обычно используется последовательность Фибоначчи для отражения возрастающей неопределенности с ростом оценки задачи. Также возможны дополнительные символы: знак бесконечности (невозможная задача), вопросительный знак (неуверенность в оценке).

Для реализации процесса оценки задач командой была разработана информационная система, предоставляющая следующие возможности:

- создание и управление онлайн-комнатами;
- добавление и удаление задач на рассмотрение;
- настройка колоды для оценки;
- проведение раундов оценки с выбором карт;
- расчет итоговой оценки задачи;
- сохранение результатов оценивания.

Были выделены две пользовательские роли:

- модератор (создание комнат, управление задачами, настройка колоды, запуск и завершение раундов);
- участник (выбор карты, участие в обсуждении, просмотр результатов).

В ходе разработки проекта были использованы следующие технологии, фреймворки и инструменты:

- Laravel (фреймворк для создания web-приложений) для серверной части;
- Vue.js (фреймворк для разработки пользовательских интерфейсов) для клиентской части;
- Inertia.js для связи серверной и клиентской частей;
- Nginx в качестве веб-сервера;
- PostgreSQL в качестве СУБД;
- Docker как технология контейнеризации.

При разработке системы был использован метод «чистой архитектуры» Роберта С. Мартина, что обеспечило высокую модульность, тестируемость и масштабируемость проекта.

Примеры интерфейса разработанной системы представлены на рисунках 1 - 3.

Создание покер-комнаты

Название комнаты

Тестовая комната

Колода

Modified Fibonacci

Нозог

Войти

Рисунок 1 – Страница создания комнаты «покера планирования»



Рисунок 2 – Страница комнаты «покера планирования» в статусе «в процессе оценки»



Рисунок 3 – Страница комнаты «покера планирования» в статусе «оценка завершена»

Разработанная информационная система позволяет эффективно проводить коллективную оценку задач командой с использованием ме-

тода «покер планирования». Система предоставляет удобный интерфейс для модераторов и участников, поддерживает настройку колод и сохранение результатов, что делает её полезным инструментом для ссгип-команд.

### ***Библиографический список:***

1. Кон, М. Agile: Оценка и планирование проектов / М. Кон; перевод с английского В. ИONOва. Москва: Альпина Паблишер, 2018. 418 с.

2. The Clean Architecture. Описание // <https://blog.cleancoder.com> [Электронный ресурс]. URL: <https://blog.cleancoder.com/uncle-bob/2012/08/13/the-clean-architecture.html> (дата обращения: 25.03.2024).

3. Moiseev, D. *Software and hardware complex for modeling and analyzing the reliability of systems for various purposes* / D. Moiseev, A. Polyakov // AIP Conference Proceedings: 2, Krasnoyarsk, 29-31 июля 2021 года. Krasnoyarsk, 2022. – P. 040018. – DOI 10.1063/5.0093899.

4. Bryukhovetskiy, A. Research of the model for detecting UMV interfaces vulnerabilities based on information criterion / A. Bryukhovetskiy, V. Miryanova, D. Moiseev // III International Workshop on Modeling, Information Processing and Computing (MIP: Computing-2021), Krasnoyarsk, 28 мая 2021 года. Vol. 2899. – Krasnoyarsk, Russia: CEUR-WS, 2021. – P. 162-168. – DOI 10.47813/dnit-mip3/2021-2899-162-168.

5. Moiseev, D. Models of the threat of virus idea dissemination in information-telecommunication networks / D. Moiseev, V. Miryanova // III International Workshop on Modeling, Information Processing and Computing (MIP: Computing-2021), Krasnoyarsk, 28 мая 2021 года. Vol. 2899. – Krasnoyarsk, Russia: CEUR-WS, 2021. – P. 175-180. – DOI 10.47813/dnit-mip3/2021-2899-175-180.

6. Moiseev, D. Method for detecting vulnerabilities of unmanned vehicle interfaces based on continuous values discretization / D. Moiseev, A. Bryukhovetskiy // III International Workshop on Modeling, Information Processing and Computing (MIP: Computing-2021), Krasnoyarsk, 28 мая 2021 года. Vol. 2899. – Krasnoyarsk, Russia: CEUR-WS, 2021. – P. 43-47. – DOI 10.47813/dnit-mip3/2021-2899-43-47.

7. Bryukhovetskiy, A. Modeling the change detection process state of objects in monitoring data / A. Bryukhovetskiy, D. Moiseev // III International Workshop on Modeling, Information Processing and Computing (MIP: Computing-2021), Krasnoyarsk, 28 мая 2021 года. Vol. 2899. – Krasnoyarsk, Russia: CEUR-WS, 2021. – P. 36-42. – DOI 10.47813/dnit-mip3/2021-2899-36-42.

8. Интеллектуальная система мониторинга для решения крупномасштабных научных задач в облачных вычислительных средах / А. В. Скатков, А. А. Брюховецкий, Д. В. Моисеев, Т. А. Абрамов // Информационно-управляющие системы. – 2017. – № 2(87). – С. 19-25. – DOI 10.15217/issnl684-8853.2017.2.19.



## ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

УДК 004.942: 629.7.017

**Л.Н. Сорокин<sup>1</sup>**, д-р техн. наук, вед. науч. сотрудник,

**М.С. Самылкин<sup>2</sup>**, аспирант,

**Ф.Ю. Тиличко<sup>1</sup>**, программист

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук, 14 линия В.О., 39, г. Санкт-Петербург, 199178, Россия

e-mail: sorokinln@mail.ru

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики (Университет ИТМО), Кронверкский пр., 49, г. Санкт-Петербург, 197101, Россия

e-mail: maksamylkin@gmail.com

### **ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНИВАНИЯ РАДИАЦИОННЫХ УСЛОВИЙ НА БОРТУ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**

#### **Аннотация**

*Проанализированы возможности современных отечественных систем автоматизированного проектирования (САПР) для определения радиационных условий на борту космических аппаратов под воздействием заряженных частиц космического пространства. Обоснованы требования к функционалу и инструментарию САПР для решения задачи методом «лучевого» анализа. Определены пригодные для ее решения САПР. Рассмотрен опыт разработки и применения отечественного программного обеспечения расчета поглощенных доз электронного и протонного излучений околоземного космического пространства в элементах бортовой аппаратуры с использованием систем трехмерного моделирования.*

*Ключевые слова:* заряженные частицы космического пространства, поглощенная доза, космический аппарат, бортовая аппаратура, «лучевой» анализ, массовая толщина защиты, система автоматизированного проектирования, API-приложение.

**L.N. Sorokin<sup>1</sup>**, Doctor of Technical Sciences, Leading Researcher,

**M.S. Samylkin<sup>2</sup>**, graduate student,

**F.Y. Tilichko<sup>1</sup>**, programmer

<sup>1</sup>St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, 39, 14th Line, St. Petersburg, Russia, 199178

e-mail: sorokinln@mail.ru

e-mail: tilichkof@yandex.ru

<sup>2</sup>St. Petersburg National Research University of Information Technologies,  
Mechanics and Optics (University ITMO),

49 Kronverksky Av, St. Petersburg, 197101, Russia

e-mail: maksamylnin@gmail.com

## **PROSPECTS OF USING DOMESTIC COMPUTER-AIDED DESIGN SYSTEMS FOR ASSESSING RADIATION CONDITIONS ABOARD SPACECRAFT**

### **Abstract**

*Capabilities of modern domestic computer-aided design (CAD) systems for determining radiation conditions aboard spacecraft with exposed to charged particles of outer space have been analyzed. The experience in the development and application of domestic software for calculating absorbed doses of electron and proton radiation using 3D modeling systems in onboard equipment elements has been reviewed. Requirements for the functionality and tools of CAD systems to solve the problem by the "ray tracing" method have been substantiated. Suitable CAD systems for solving this task have been identified.*

*Keywords: charged particles of outer space, absorbed doses, spacecraft, onboard equipment, "ray tracing" analysis, mass thickness of protection, computer-aided design (CAD) system, API application (Application Programming Interface).*

В процессе проектирования космических аппаратов (КА) со сроками активного существования 10...15 лет и более одной из наиболее актуальных задач является обеспечение радиационной стойкости бортовой аппаратуры (БА) к воздействию заряженных частиц (ЗЧ) космического пространства (КП) – электронов и протонов естественных радиационных поясов Земли, а также протонов солнечных космических и галактических космических лучей.

При прогнозировании и анализе локальных радиационных условий функционирования на борту КА с учетом реальной компоновки БА, физических и геометрических характеристик защитных корпусов внешних и внутренних элементов конструкции требуется с большой точностью знать пространственное распределение поглощенной дозы в чувствительных к воздействию ЗЧ КП интегральных схемах (далее – элементах БА) в точках их расположения.

Анализ [1-4] показал, на практике для моделирования прохождения электронов и протонов через конструкционные материалы КА и расчета

локальных дозовых нагрузок в местах их расположения преимущественно используются аналитические методы, основанные на применении «секторного» (или «лучевого») анализа. Исходными данными для расчетов при этом служат зависимости поглощенной дозы  $D(X)$  от массовой толщины защиты  $X$  для различных материалов (как правило, алюминия), заблаговременно рассчитываемые численно методом Монте-Карло для каждого вида, спектрально-энергетических характеристик ЗЧ на орбитах функционирования (высота и наклонение) конкретных типов КА и заданного срока их активного существования. (Величина  $X = d\rho$ , выражаемая в единицах  $[г/см^2]$ , – универсальная характеристика защитных свойств элементов конструкции КА, равная произведению толщины  $d$  слоя защиты на его плотность  $\rho$ ). При этом полагается, что блоки БА и элементы конструкции КА имеют однородное наполнение и характеризуются средней плотностью  $\langle \rho \rangle = m/V$ , вычисляемой через их массу  $m$  и объем  $V$ .

Неоспоримые преимущества такого аналитического расчета в полной мере раскрылись с появлением и внедрением в начале 2000-х годов систем автоматизированного проектирования (САПР) для создания трехмерных геометрических моделей (3D-моделей) БА и КА в целом.

В настоящей работе проведен анализ возможностей геометрических ядер, а также процедур и функций (т.е. инструментария) моделирования, которые реализованы в ряде современных отечественных САПР, широко применяемых в большинстве отраслей производства в нашей стране и за рубежом, для решения задачи оценивания радиационных условий на борту КА, подверженных воздействию ЗЧ околоземного КП, «лучевым» методом.

В настоящее время САПР широко применяются во многих отраслях машиностроения не только для 3D-моделирования, но и для решения разнообразных прикладных задач на всех стадиях жизненного цикла создаваемых образцов техники: симуляции поведения, виртуальных испытаний, проведения расчетов и анализа на конструкционную прочность, устойчивость к динамическим, тепловым и т.п. нагрузкам до их производства. В частности, в нашей стране для проектирования космической техники наибольшее распространение получили в основном зарубежные САПР – Autodesk Inventor, SolidWorks, SolidEdge, Catia, Creo, NX и др. В последние несколько лет стали применяться отечественные САПР, к примеру, T-FLEX CAD, Компас-3D, nanoCAD.

Собственный опыт разработок показал, что пригодность той или иной САПР для определения радиационных условий на борту КА методом «лучевого» анализа определяется рядом требований, прежде всего:

- наличие инструмента (функции) «трассировки» - формирование луча из заданной точки детали, пронизывающего все встречающиеся на его пути детали 3D-модели КА (далее – сборки) до выхода на внешнюю поверхность всей сборки.

- ввод пользователем набора физических параметров деталей сборки, прежде всего плотности или/и массы материала.

Перечисленные возможности определяются используемым в САПР геометрическим ядром. Наряду с ними важным условием для создания специализированного программного обеспечения (СПО), работающего под оболочкой конкретной САПР, в ней должен быть реализован API интерфейс – инструмент программирования, который позволяет разработчикам прикладного СПО взаимодействовать с геометрическим ядром. Тем самым API приложение расширяет имеющуюся в САПР функциональность, предоставляет доступ к объектам, данным и инструментам CAD-системы, дает возможность создания пользовательских функций, плагинов и интеграций, что, в конечном итоге, позволяет автоматизировать проведение расчетов при решении прикладных задач.

В докладе представлены результаты проведенного анализа имеющихся у популярных в России САПР функциональных возможностей и инструментария, которые определяют степень их пригодности для создания API приложений, реализующих расчет обусловленных воздействием ЗЧ КП поглощенных доз в элементах БА КА с использованием их реальных 3D-моделей. Результаты анализа в обобщенном виде приведены в таблице 1, из которой видно, что большая часть отечественных САПР удовлетворяет указанным выше требованиям.

Проведен обзор СПО определения радиационных условий на борту КА. Показано, что в мировой практике, в особенности за последние несколько десятилетий, создано большое число программных комплексов с использованием систем трехмерного моделирования, в частности [1, 3, 5-10], реализующих как численные (различные модификации метода Монте-Карло), так и аналитические методы расчета поглощенных доз с использованием 3D-моделей КА разной сложности. Большинство созданных в РФ и ближнем зарубежье программ, например, комплекс программ «RDOSE» и «LOCAL» [5], «DOZA-ELECTRON» и «DOZA-PROTON» [6], оперируют не реальными, а упрощенными моделями КА в виде сплошных и полых твердых тел простой геометрической формы (параллелепипед, цилиндр, конус и др.) – геометрическими

примитивами. Создание моделей объектов и формирование лучей производится непосредственно в программе, без привязки к какой-либо САПР.

*Таблица 1 – Возможности современных САПР для определения радиационных условий на борту КА*

| Критерии выбора САПР         | Наименование САПР                                                        |                           |                                    |                               |                      |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------------------|-------------------------------|----------------------|
|                              | Отечественные                                                            |                           |                                    | Зарубежные                    |                      |
|                              | T-FLEX CAD                                                               | Компас-3D                 | nanoCAD                            | Siemens NX                    | SolidWorks           |
| Функция трассировки лучей    | Трассировка лучей поддерживается                                         |                           |                                    |                               |                      |
| Физические свойства          | Возможно задание типа (наименования) материала, массы, объема, плотности |                           |                                    |                               |                      |
| Геометрическое ядро          | TPK                                                                      | C3D Kernel                |                                    | Parasolid                     |                      |
| Поддерживаемые API языки     | C++, C#, VBScript, T-FLEX OP                                             | C++, C#, VBScript, Delphi | VB.NET C#, C++, LISP API, VBScript | C++, C#, VB.NET, Python, Java | VBA, C#, VB.NET, C++ |
| Доступность документации API | В составе САПР                                                           |                           | Электронный ресурс                 |                               | В составе САПР       |

Рассмотрен опыт [7] применения функции «трассировки» в САПР Catia v5 для расчета доз в отдельно взятой точке упрощенных 3D-моделей КА для оценивания методической погрешности расчета поглощенной дозы от числа лучей.

Компьютерных программ, которые работают непосредственно с реальными 3D-моделями КА, созданными на предприятиях разработчиков с использованием профессиональных САПР, сравнительно мало. Среди известных CAD-систем зарубежной разработки, предназначенных для 3D моделирования и дозовых расчетов, можно выделить программное обеспечение «FASTRAD» [8, 9], реализующее разные методы, включая метод секторного анализа, и поддерживающее универсальные форматы STEP, IGES, GDML для импорта 3D-моделей, созданных в других САПР, и экспорта их обратно. Однако, при этом возникает проблема переноса проектных данных 3D-моделей, представленных в указанных форматах. В частности, при экспорте моделей сборок в фор-

мат STEP теряется информация о дереве построения и физических параметрах (в частности,  $\rho$  и  $m$ ) компонентов 3D-моделей сборок разработанных в САПР с разными геометрическими ядрами. В результате перенесённые модели из одной САПР в другую часто требуют дополнительной кропотливой и весьма затратной по времени доработки вручную.

Пожалуй, единственными в отечественной практике реализациями готового решения задачи, осуществляющими полный цикл расчетов поглощенных доз в произвольных точках 3D-моделей КА, которые созданы непосредственно в САПР SolidWorks, являются – программы «Доза» [3] и ее современная версия – программа «Доза-Флюенс» [10]. В работе рассмотрены структура и принципы построения указанных программ, способы формирования лучей, обеспечивающие равномерное разбиение  $4\pi$  пространства на телесные углы (сектора или лучи), а также их функциональные и сервисные возможности.

Анализ возможностей современных отечественных САПР показал, что большинство из них в целом удовлетворяют критерию пригодности для создания СПО, обеспечивающего решение задачи оценивания радиационных условий на борту КА, подверженных воздействию ЗЧ околоземного КП, «лучевым» методом. Имеющийся в нашей стране опыт разработки программного обеспечения «Доза-Флюенс» в среде SolidWorks прежде всего востребован для создания аналогичной программы расчетов в виде API приложения к отечественной среде 3D-моделирования T-FLEX CAD, которая в настоящее время внедряется на предприятиях Роскосмоса [11].

На сегодняшний день система T-FLEX CAD построена на основе самого мощного промышленного геометрического ядра Российской разработки, что позволяет решать любые задачи трехмерного проектирования – от моделирования сложных поверхностей до создания сборок, состоящих из десятков тысяч деталей. Наряду с чтением некоторых универсальных обменных форматов (JT; STEP AP 242, 3D XML, ACIS, IFC и др.), эта CAD-система, начиная с версии 15.1, обеспечивает возможности прямого чтения файлов в форматах всех основных CAD-систем: Siemens NX, Catia V4 и V5, Creo (Pro/E), SolidWorks, Autodesk Inventor, Solid Edge и Rhino [12].

Таким образом, в настоящее время открываются перспективы применения отечественной САПР T-FLEX CAD и разработки соответствующего API приложения, которое обеспечит решение прикладных задач оценивания радиационных условий на борту КА предприятиями космической промышленности России.

### ***Библиографический список:***

1. Хаффнер Д. Ядерное излучение и защита в космосе. М.: Атомиздат, 1971. – 314 с.

2. Гецелев И.В., Зубарев А.И., Пудовкин О.Л. Радиационная обстановка на борту космических аппаратов. М.: ЦИПК, 2001. – 312 с.

3. Моделирование распределения поглощенных доз в трехмерной геометрии. / П.Г. Гильванов, А.А. Коротин, Л.Н. Сорокин и др. / Вопросы атомной науки и техники, Серия: физика радиационного воздействия на радиоэлектронную аппаратуру, вып.1-2, 2005. С. 11-14.

4. ОСТ 134-1034-2012. Нормативный документ по стандартизации РКТ. Аппаратура, приборы, устройства и оборудование космических аппаратов. Методы испытаний и оценки стойкости бортовой радиоэлектронной аппаратуры космических аппаратов к воздействию электронного и протонного излучений космического пространства по дозовым эффектам. – М.: ЦКБС ФГУП ЦНИИмаш, 2012. – 37 с.

5. Модель космоса: Научно-информационное издание: В 2 т. / Под ред. М.И. Панасюка, Л.С. Новикова. – Т.2: Воздействие космической среды на материалы и оборудование космических аппаратов. – М.: КДУ, 2007. – 1144 с.

6. Булгаков Н.Н., Зинченко В.Ф. Обеспечение радиационной стойкости бортовой аппаратуры командных радиолиний при длительных сроках активного существования космических аппаратов (Часть 1) // Ракетно-космическое приборостроение и информационные системы. 2022, Т. 9, № 1. С. 85-96.

7. Методика расчета поглощенных доз ионизирующего излучения космического пространства с использованием 3D модели космических аппаратов / В.А. Хатулев, Ю.И. Завора, А.Н. Загорков и др. / Вопросы атомной науки и техники, Серия: физика радиационного воздействия на радиоэлектронную аппаратуру, вып.1, 2011. С. 12-18.

8. Методология обеспечения стойкости бортовой аппаратуры космических аппаратов к воздействию ионизирующего излучения космического пространства / Под общей ред. д-та М.В. Яковлева: Монография. – М.: НИЯУ МИФИ, 2017. – 380 с.

9. FASTRAD, 3D modeling and dose calculation software. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.trad.fr/en/space/fastrad-software/> (дата обращения: 20.07.2024).

10. Программа расчета поглощенных доз электронов и протонов в произвольных точках 3D-моделей объектов в САПР SolidWorks и эквивалентного потока (флюенса) протонов на поверхностях их компонентов (Программа «Доза-Флюенс») / Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018665417 Федеральной службы по

интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 05.12.2018 г. Бюллетень № 12 от 05.12.2018 г.

11. Российские ИТ для «Роскосмоса». Как ведущие предприятия отрасли переходят на отечественное ПО и оборудование. [Электронный ресурс]. URL: [https:// https://www.tadviser.ru/index.php/](https://www.tadviser.ru/index.php/) (дата обращения: 24.05.2024).

12. Корчан И. T-FLEX PLM: к замене иностранных CAD-систем готов! / САПР и графика, вып.7, 2017. С. 44-50.



УДК 005.07:004.05.

**С. В. Микони, д-р техн. наук, профессор**

*Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский Центр РАН*

*Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации*

*РАН 14 линия 39, г. 199178, Санкт-Петербург, Россия, 199178*

*e-mail: smikoni@mail.ru*

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МОДЕЛЕЙ УПОРЯДОЧЕНИЯ И КЛАССИФИКАЦИИ ОБЪЕКТОВ**

### **Аннотация**

*Обобщённая оценка объекта в задачах упорядочения и классификации вычисляется на основе оценочных функций его показателей. В задачах упорядочения — это монотонные функции ценности / полезности, а в задачах классификации немонотонные функции принадлежности классам. Создание оценочных функций для многих показателей в среде системы СВІРЬ-М представляет собой трудоёмкую задачу. Предлагается автоматизация этого процесса на основе пакета Excel.*

*Ключевые слова: объект, модель, показатель, оценочная функция, упорядочение, классификация, автоматизация.*

**S. V. Mikoni, Doctor of Technical Sciences, Professor**

**St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences**

**Saint Petersburg Institute of Informatics and Automation of the Russian**

**Academy of Sciences, line 39, 199178, Saint Petersburg, Russia, 199178**

**e-mail: smikoni@mail.ru**

## **AUTOMATION OF DESIGN MODELS FOR ORDERING AND CLASSIFICATION OF OBJECTS**

### **Abstract**

*The generalized assessment of an object in ordering and classification problems is calculated based on the evaluation functions of its indicators. In ordering problems these are monotonic value/utility functions, and in classification problems they are non-monotonic class membership functions. Creating evaluation functions for many indicators in the environment of the SVIR-M system is a labor-intensive task. It is proposed to automate this process based on the Excel package.*

*Key words: object, model, indicator, evaluation function, ordering, classification, automation.*

Вычислительный подход к многомерному оцениванию объектов для решения задач их упорядочения и классификации основан на применении оценочных функций (ОцФ). В многомерных моделях упорядо-

чения используются следующие монотонные оценочные функции: ценности, полезности, отклонения от цели и плановая функция, а в моделях классификации – функции принадлежности (ФП<sub>р</sub>) аксиоматически заданным классам [1]. Для средних классов, задаваемых на шкале показателя, они являются немонотонными.

В задачах упорядочения объектов оценочные функции строятся на основе предикатов «Не более» ( $\leq$ ) и «Не менее» ( $\geq$ ) и функций Max, Min, а в задачах классификации – на основе предикатов «Интервал» ([,]) и «Равно» (=).

Задание шкал показателей и требований к их значениям в среде системы выбора и ранжирования СВирЬ-М является трудоёмкой процедурой. Для её упрощения предложен групповой способ создания ОцФ в среде популярного пакета MS Excel.

Способ кодирования предикатов, задающих требования к значениям показателей, основан на их выводимости из наиболее сложного предиката «Интервал» ([,]). В табл. 1 приведён пример кодирования требований к значениям показателей П1-П6 с общими границами шкал (МинГШ и МаксГШ) [0, 10].

*Таблица 1 – Кодирование требований к значениям показателей*

| Границы | П1       | П2      | П3       | П4       | П5               | П6              |
|---------|----------|---------|----------|----------|------------------|-----------------|
| МинГШ   | 0        | 0       | 0        | 0        | 0                | 0               |
| МаксГШ  | 10       | 10      | 10       | 10       | 10               | 10              |
| НГН     | 4        | 4       | 4        |          |                  | *               |
| ВГН     | 5        | 4       |          | 5        | *                |                 |
|         | [4, 5]   | равно 4 | $\geq 4$ | $\leq 5$ | $\rightarrow 10$ | $\rightarrow 0$ |
|         | Интервал | Равно   | Не менее | Не более | Max              | Min             |

Тип предиката определяется по соотношениям значений показателя в двух нижних строках табл. 1. Информация, содержащаяся в табл. 1, достаточна для создания линейных и кусочно-линейных ОцФ, моделирующих критерии оптимизации, и прямоугольной ОцФ принадлежности одному классу. Для создания нелинейных ОцФ и функций принадлежности нескольким классам число строк увеличивается пропорционально требуемой дополнительной информации. Более тонкая настройка параметров ОцФ выполняется в среде системы СВирЬ-М [2].

Исследования, выполненные по данной тематике, проводились в рамках бюджетной темы FFZF-2022-0004.

#### **Библиографический список:**

1. Микони С.В., Бураков Д.П. Обоснование и классификация оценочных функций, применяемых в рейтинговых методах многокритериального выбора // Информатика и автоматизация, Вып. 19 (6), 2020. С.

1131-1165.

2. Микони С.В., Соколов Б.В., Бураков Д.П. Система выбора и ранжирования альтернатив СВБРЬ-М: теоретические основы и практика применения // Онтология проектирования. 2024. Т.14, №3(53). С.167-180.

УДК 004.414.23

**В. С. Авраменко, к-т техн. наук, профессор**

**Е. С. Чичков, курсант**

*Военная академия связи, г. Санкт-Петербург*

## **СПОСОБ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

### **Аннотация**

*Предложен способ экспериментальной оценки эффективности нейронных сетей на основе программного комплекса, обеспечивающего одинаковые исходные данные и условия для тестирования оцениваемых нейросетей.*

*Ключевые слова: нейронная сеть, программный комплекс, показатель, оценка, эффективность.*

**V. Avramenko, Ph.D. of Engineering Sciences, professor**

**Chichkov E.S., military student**

*Military Academy of Telecommunications, St. Petersburg*

## **A METHOD FOR EXPERIMENTALLY EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF NEURAL NETWORKS**

### **Abstract**

*A method for experimental evaluation of the effectiveness of neural networks based on a software package providing the same initial data and conditions for testing the evaluated neural networks is proposed.*

*Keywords: neural network, software package, indicator, evaluation, efficiency.*

В настоящее время в различных сферах деятельности активно внедряются системы искусственного интеллекта (СИИ), в том числе и на основе нейронных сетей (НС). Эффективность различных вариантов реализации СИИ необходимо оценивать на всех этапах их создания. Но в настоящее время еще не до конца сформировался общепринятый подход к оценке СИИ [1]. Поэтому зачастую приходится самостоятельно проводить оценивание по собственным методикам [2]. Также в настоящее время резко повысились требования к оперативности оценивания СИИ специального назначения.

Для решения сложившейся проблемной ситуации предлагается способ экспериментальной оценки эффективности НС, суть которого заключается в использовании для объективного оценивания единой технологической среды на основе программного комплекса. Под единой технологической средой оценивания понимается система показателей

эффективности и процедур измерения, расчета и оценивания, одинаковые наборы данных для обучения и тестирования. Исследуемые НС загружаются в виртуальную программную среду. Для измерения характеристик НС на вход исследуемых НС подаются наборы реальных данных. Результаты испытаний фиксируются в базе данных, на их основе в модуле оценки рассчитываются значения показателей эффективности.

Применение предлагаемого способа позволит повысить точность и оперативность оценивания эффективности программных и программно-аппаратных реализаций НС различных архитектур за счет автоматизации процесса оценивания, обеспечения одинаковых условий, исходных данных и процедур измерения и оценивания.

***Библиографический список:***

1. Щербин А.С. Проблемы оценки качества архитектур нейронных сетей и алгоритмов поиска архитектур. Вестник НГУ. Серия: Информационные технологии. 2023. Т.21, №2. С. 51-62.
2. Маликов А.В., Авраменко В.С. Оценка достоверности диагностирования компьютерных инцидентов в инфокоммуникационных системах. Труды V межвузовской научно-практической конференции: Проблемы технического обеспечения войск в современных условиях. 2020. С. 189-193.

УДК 004.9

**И.И. Маринин, магистрант 2 курса кафедры «Информационные системы»**

**П.А. Волошина, магистрант 2 курса кафедры «Информационные системы»**

*Севастопольский государственный университет*

*ул. Университетская 33, г. Севастополь, Россия, 299053*

## **СОЗДАНИЕ ЦИФРОВЫХ МИРОВ ЧЕРЕЗ SLAM: ОСНОВЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

### **Аннотация**

*В тезисах доклада рассматриваются определения дополненной реальности и методов SLAM, а также перспектив применения методов SLAM в контексте дополненной реальности*

*Ключевые слова: одновременная локализация и картографирование, SLAM, дополненная реальность, AR*

**I.I. Marinin, 2nd-year Master's student of the Department of Information Systems,**

**P.A. Voloshin, 2nd-year Master's student of the Department of Information Systems, Sevastopol State University, 33 Universitetskaya str., Sevastopol, Russia, 299053**

## **CREATING DIGITAL WORLDS THROUGH SLAM: FUNDAMENTALS AND PROSPECTS**

### **Annotation**

*The thesis discusses the definitions of augmented reality and SLAM methods, as well as the prospects for applying SLAM methods in the context of augmented reality*

*Key words: simultaneous localization and mapping, SLAM, augmented reality, AR*

Дополненная реальность позволяет накладывать цифровые объекты и информацию на реальный мир и создает совершенно новый уровень взаимодействия человека с окружающей средой [1]. Однако для того, чтобы цифровые объекты можно было позиционировать относительно объектов реального мира с допустимой точностью, необходимо знать местоположение и ориентацию устройства пользователя в пространстве. Здесь на помощь приходит технология Simultaneous Localization and Mapping (SLAM).

SLAM – это технология, которая позволяет устройству определять свое местоположение в пространстве и одновременно с этим строить

карту окружающей среды. Основой SLAM является анализ данных, поступающих с таких датчиков как камеры, лидары и инерциальные измерители для вычисления положения и ориентации устройства в реальном времени. Современные SLAM-алгоритмы позволяют достигать высокой точности и стабильности в задачах определения местоположения внутри заранее незнакомой окружающей среды.

Благодаря методам SLAM у разработчиков есть возможность создавать уникальные цифровые миры и взаимодействовать с ними в режиме реального времени. В частности, с их помощью можно реализовать добавление как статических, так и динамических виртуальных объектов в окружающее пространство. Пользователь может видеть и взаимодействовать с этими объектами через устройство дополненной реальности таким образом, как будто они существуют в реальном мире [2].

Перспективы применения SLAM в создании цифровых миров безграничны. Они охватывают такие области, как образование, развлечения, медицина, производство и многие другие. К примеру, в медицине SLAM может использоваться для визуализации внутренних органов в реальном времени во время операций [3]. В сфере образования SLAM может создавать интерактивные учебные среды. В развлечениях данные методы позволяют создавать уникальные игровые миры, которые интегрируются с реальным окружением.

Существует множество различных методов SLAM, однако их использование в контексте дополненной реальности невозможно из-за отсутствия второй камеры для построения стереопары и отсутствия специальных датчиков, такие как лидар. Таким образом, оптимальным будет использовать монокулярные SLAM-методы для навигации и построения карты на мобильных устройствах в рамках дополненной реальности.

В настоящее время существует несколько практических монокулярных реализаций SLAM-методов: ORB-SLAM, LSD-SLAM, MonoSLAM и др. Отличием этих методов является использование различных алгоритмов выделения особенностей изображения, которые применяются при построении карты [4].

Целью дальнейшей работы является анализ существующих реализаций монокулярных SLAM-методов, сравнение их точности и скорости работы. По результатам анализа планируется произвести модификацию одного из методов с целью улучшения эффективности его работы.

#### ***Библиографический список:***

1. Папагианнис Х. Дополненная реальность. Все, что вы хотели узнать о технологии будущего. – Litres, 2020.

2. Иванова А. В. Технологии виртуальной и дополненной реальности: возможности и препятствия применения // Стратегические решения и риск-менеджмент. – 2018. – №. 3 (108). – С. 88-107.

3. Намиот, Е. Д. Дополненная реальность в медицине / Е. Д. Намиот // International Journal of Open Information Technologies. – 2019. – Т. 7, № 11. – С. 94-99. – EDN ULRJCX.



УДК 519.725

**Д.К. Галич**

Севастопольский государственный университет ул. Университетская  
33, г. Севастополь, Россия, 299053

e-mail: dariagalich22@gmail.com

## **ОБЗОР И АНАЛИЗ ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ**

### **Аннотация**

*Эта статья представляет обзор и анализ популярных инструментов для разработки веб-приложений: Angular, React, Vue и Svelte. Она освещает архитектуру, производительность, скорость разработки, выполнение и производительность каждого инструмента. Результаты помогают выбрать подходящий инструмент для веб-разработки.*

*Ключевые слова: Angular, React, Vue, Svelte, frontend, фреймворк, веб-приложение.*

**D.Galich**

Sevastopol State University Universitetskaya Str. 33, Sevastopol, Russia,  
299053

e-mail: dariagalich22@gmail.com

## **OVERVIEW AND ANALYSIS OF WEB APPLICATION DEVELOPMENT TOOLS**

### **Abstract**

*This article provides an overview and analysis of popular web application development tools: Angular, React, Vue and Svelte. It highlights the architecture, performance, development speed, execution, and performance of each tool. The results help you choose the right tool for web development.*

*Keywords: Angular, React, Vue, Svelte, frontend, framework, web application.*

Одним из ключевых аспектов разработки является выбор фреймворка, который будет использоваться для создания интерфейса пользовательского веб-приложения. В данной статье мы рассмотрим и проанализируем четыре популярных фреймворка: Angular [1], React [2], Vue [3] и Svelte [4].

В данном сравнительном анализе рассмотрены четыре популярных фреймворка JavaScript: React, Vue, Angular и Svelte. Каждый из этих фреймворков имеет свои особенности, подходы и экосистемы, которые могут значительно влиять на процесс разработки и итоговые резуль-

таты. Цель сравнительного анализа состоит в предоставлении информации, которая поможет разработчикам принять обоснованное решение при выборе фреймворка (таблица 1).

*Таблица 1 – Сравнительный анализ фреймворков*

| <b>Особенности</b>          | <b>React</b> | <b>Vue</b>   | <b>Angular</b> | <b>Svelte</b>      |
|-----------------------------|--------------|--------------|----------------|--------------------|
| Виртуальный DOM             | Да           | Да           | Да             | Нет                |
| Размер проекта              | Сред-<br>ний | Сред-<br>ний | Большой        | Минималь-<br>ный   |
| Экосистема и под-<br>держка | Боль-<br>шая | Боль-<br>шая | Большая        | Растущая           |
| Скорость разра-<br>ботки    | Высо-<br>кая | Высо-<br>кая | Умерен-<br>ная | Очень вы-<br>сокая |
| Скорость выполне-<br>ния    | Высо-<br>кая | Высо-<br>кая | Средняя        | Очень вы-<br>сокая |
| Производитель-<br>ность     | Высо-<br>кая | Высо-<br>кая | Высокая        | Очень вы-<br>сокая |

***Библиографический список:***

1. Антонов, И. Введение в AngularJS / И. Антонов // Системный администратор. – 2014. – № 9(142). – С. 64-67. – EDN SLRIHX.
2. Ключков, Д. В. Общие компоненты при кроссплатформенной разработке для web-и мобильных приложений с использованием react и react-native / Д. В. Ключков // Молодой ученый. – 2018. – № 36(222). – С. 1-5. – EDN XZATDV.
3. Матвеев, В. С. Современные фреймворки для разработки информационных систем на примере платформы Vue / В. С. Матвеев // Форум молодых ученых. – 2020. – № 5(45). – С. 301-306. – EDN ZPPXCV.
4. Короленко, И. А. О фреймворках Vue, Svelte, Solid и Lit для разработки клиентских веб-приложений / И. А. Короленко // Инженерный вестник Дона. – 2023. – № 11(107). – С. 785-791. – EDN TPWYTV.



УДК 004.021

**И.А. Котовщиков, магистрант 2 курса кафедры «Информационные системы»**

*Севастопольский государственный университет*

*ул. Университетская 33, г. Севастополь, Россия, 299053*

## **АЛГОРИТМЫ ПРОЦЕДУРНОЙ ГЕНЕРАЦИИ КОНТЕНТА В ВИДЕОИГРАХ**

### **Аннотация**

*Работа посвящена типам алгоритмов процедурной генерации, используемых в создании игрового контента. Рассматриваются различные методы, включая генерацию карт высот, процедурный шум, генерацию плиточной структуры, генерацию на основе правил, генерацию на основе данных, генерацию на основе генетических алгоритмов и генерацию на основе машинного обучения.*

*Ключевые слова: процедурная генерация, алгоритмы, игровой контент, генерация карт высот, процедурный шум, генерация плиточной структуры, генерация на основе правил, генерация на основе данных, генерация на основе генетических алгоритмов, генерация на основе машинного обучения.*

**I.A. Kotovshchikov, 2nd year undergraduate student of the Department of Information Systems, Sevastopol State University, 33 Universitetskaya str., Sevastopol, Russia, 299053**

## **ALGORITHMS FOR PROCEDURAL CONTENT GENERATION IN VIDEO GAMES**

### **Abstract**

*The article is dedicated to the types of procedural generation algorithms used in game content creation. Various methods are discussed, including heightmap generation, procedural noise, tilemap generation, rule-based generation, data-driven generation, genetic algorithm-based generation, and machine learning-based generation.*

*Key words: procedural generation, algorithms, game content, heightmap generation, procedural noise, tilemap generation, rule-based generation, data-driven generation, genetic algorithm-based generation, machine learning-based generation.*

Процедурная генерация контента (PCG) – это автоматическое создание игрового контента с помощью алгоритмов. PCG может создавать игровой контент самостоятельно или совместно при взаимодействии с игроками или геймдизайнерами [1].

PCG используется для создания различных элементов игры, таких как уровни игры, карты игрового мира, правила игры, текстуры, сюжеты, предметы, квесты, музыку, оружие, транспортные средства, персонажей и др.

Целью использования PCG может быть создание игрового контента без участия человека (что может быть, как менее финансово затратно, так и помогать геймдизайнерам в решении их задач), улучшение показателей разнообразия и реиграбельности, адаптация игр под игрока «на лету».

Примеры использования PCG включают генерацию подземелий в приключенческих играх (таких как Bloodborne), создание планет в космическом сеттинге (например, No Man's Sky) и генерацию больших локаций для игр с открытым миром [2].

Ниже приведены наиболее распространенные методы, используемые при генерации контента в видеоиграх:

Генерация Карт Высот (HeightMaps) [3]. Этот метод используется для создания трехмерных поверхностей или «карт высот». Карта высот представляет плоское черно-белое изображение. Каждому пикселю на карте присваивается значение, которое соответствует высоте в этой точке. Это позволяет создавать сложные и реалистичные ландшафты.

Процедурный Шум (NoiseFunctions). Процедурный шум – это метод, который использует случайные числа для создания текстур, которые выглядят «естественно». Это может быть использовано для создания текстур для воды, облаков, огня, травы и других естественных элементов.

Генерация Плиточной структуры (TileMaps). Этот метод используется для создания как двухмерных, так и трехмерных карт [4], где каждый элемент структуры (так называемая «плитка») представляет собой определенный тип территории (например, трава, вода, горы и т.д.). Это позволяет быстро и эффективно создавать большие и сложные миры.

Процедурная генерация – это мощный инструмент для создания уникального и интересного игрового контента. С его помощью можно значительно ускорить разработку игр, повысить качество контента в них, а также уменьшить затраты на производство игр.

### ***Библиографический список:***

1. Noor Shaker J.T.A.M.J.N. Procedural Content Generation in Games: A Textbook and an Overview of Current Research. Springer. 2016.
2. Хохлов В. Варианты применения процедурной генерации // ProGamer. 2016. URL: <https://www.progamer.ru/dev/uses-procedural-generation.htm> (дата обращения: 15.09.2023).

3. Валерьевна С.П. Процедурная Генерация Контента, Санкт-Петербургский Государственный Университет, Санкт-Петербург, 2016.

4. Шокин, А. Г. Новые методы помехоустойчивого кодирования информации / А. Г. Шокин, Н. Е. Сапожников, Д. В. Моисеев // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. – Т. 6, № 9(60). – С. 26-30.

УДК 004.934.2

**В.О. Баровский, студент 1-го курса магистратура**

**Е.Н. Машченко, кандидат технических наук, доцент**

*Севастопольский государственный университет*

*ул. Университетская 33, г. Севастополь, Россия, 299053*

## **АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ПОДХОДА К СЕНТИМЕНТ-АНАЛИЗУ МЕТОДАМИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ**

### **Аннотация**

*Сентимент-анализ стал важным инструментом для обработки текстовых данных и выявления эмоциональной окраски содержания. В данной статье рассматривается подход к автоматическому анализу тональности на основе машинного обучения*

*Ключевые слова: сентимент-анализ, машинное обучение*

**V.O. Barovsky, 1st year graduate student**

**E.N. Mashchenko, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**

**Sevastopol State University, 33 Universitetskaya St., Sevastopol, Russia, 299053**

## **AN ANALYTICAL REVIEW OF THE APPROACH TO SENTIMENT ANALYSIS USING MACHINE LEARNING METHODS**

### **Abstract**

*Sentiment analysis has become an important tool for processing text data and identifying the emotional coloring of the content. This article discusses an approach to automatic tonality analysis based on machine learning.*

*Key words: sentiment analysis, machine learning*

### **Введение**

*Сентимент-анализ – это класс методов контент-анализа в компьютерной лингвистике, предназначенный для автоматизированного выявления в текстах эмоционально окрашенной лексики и эмоциональной оценки авторов по отношению к объектам, речь о которых идёт в тексте [1].*

Машинное обучение является основным инструментом для реализации сентимент-анализа. С помощью различных алгоритмов машинного обучения можно создавать модели, способные автоматически классифицировать текстовые данные на основе их эмоционального содержания. Эти модели обучаются на больших объемах данных, что позволяет им эффективно выявлять позитивные, негативные и нейтральные настроения в текстах.

Решение задачи автоматической классификации состоит из пяти последовательных этапов [2]:

1. предобработка документов;
2. индексация документов;
3. уменьшение размерности пространства признаков;
4. построение и обучение классификатора;
5. оценка качества классификации.

### 1. Формализация задачи

Формально задача классификации определяется как задача аппроксимации (формула 1) неизвестной функции  $\Phi : D \times C \rightarrow \{0, 1\}$  через функцию  $\Phi' : D \times C \rightarrow \{0, 1\}$ , называемую *классификатором*, где  $D = \{d_1, \dots, d_{|D|}\}$  – множество документов, а  $C = \{c_1, \dots, c_{|C|}\}$  – множество возможных категорий (классов).

$$\Phi(d_j, c_i) = \begin{cases} 0, & \text{если } d_j \notin c_i, \\ 1, & \text{если } d_j \in c_i. \end{cases} \quad (1)$$

Если каждому документу  $d_j \in D$  соответствует только одна категория  $c_i \in C$ , то это *однозначная классификация*. Если  $0 < n_j < |C|$  – *многозначная классификация*.

*Бинарные классификаторы* имеют множество категорий из двух элементов ( $c_i$  и его дополнение  $c'_i$ ). Бинарный классификатор для  $\{c_i, c'_i\}$  определяется функцией  $\Phi' : D \times C \rightarrow \{0, 1\}$ , которая аппроксимирует неизвестную функцию  $\Phi_i : D \times C \rightarrow \{0, 1\}$ .

Некоторые методы классификации используют двоичные функции  $\Phi' : D \times C \rightarrow \{0, 1\}$ , а другие — вещественные функции  $CSV : D \times C \rightarrow [0, 1]$ . Первые обеспечивают точную классификацию, вторые — пороговую, где задаются пороговые значения  $\tau_i$  для каждой категории. Эти значения позволяют интерпретировать вещественные значения CSV как двоичные:

$$\Phi'(d_j, c_i) = \begin{cases} 0, & \text{если } CSV_i(d_j) < \tau_i, \\ 1, & \text{если } CSV_i(d_j) \geq \tau_i. \end{cases} \quad (2)$$

Документ  $d_j$  называют *положительным примером* класса  $c_i$ , если  $\Phi(d_j, c_i) = 1$ , и *отрицательным* в противном случае.

Для построения классификатора  $C$  требуется множество документов  $D$ , для которых известны значения целевой функции  $\Phi(d_j, c_i)$  для каждой пары  $\langle d_j, c_i \rangle \in D \times C$ . В ходе экспериментов исследуемое множество документов  $D$  обычно делится на два подмножества [3]:



1. Обучающий набор ( $L$ ) – коллекция документов, применяющаяся для построения классификатора в процессе обучения на основе их характеристик;

2. Тестовый набор ( $T$ ) – коллекция документов, используемая для проверки эффективности построенного классификатора.

## **2. Предобработка текстовых данных**

Предобработка текстовых данных включает несколько этапов, направленных на преобразование сырых текстовых данных в структуру, подходящую для анализа и использования в алгоритмах машинного обучения [4].

### **2.1. Токенизация**

Токенизация – это процесс разбиения текста на отдельные токены (слова или фразы), что позволяет выделить элементарные единицы для дальнейшего анализа. Токенизация может осуществляться по пробелам, пунктуации или с использованием более сложных методов, учитывающих языковые особенности [5].

### **2.2. Удаление стоп-слов**

Стоп-слова – это часто встречающиеся слова, которые не несут значимой семантической информации, такие как союзные слова, предлоги, артикли и т.д.

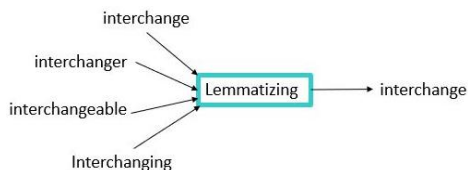
Удаление стоп-слов позволяет уменьшить размерность данных и сосредоточиться на более информативных словах, которые могут влиять на эмоциональную окраску текста. Списки стоп-слов могут быть общими для языка или адаптированы для конкретной задачи.

### **2.3. Лемматизация**

Лемматизация – это процесс приведения термов  $t_k$  к их исходной или базовой форме  $l_k$  (формула 3).

$$Lem(t_k) = l_k \quad (3)$$

Лемматизация позволяет объединить разные формы одного и того же слова, что способствует улучшению качества анализа [5].



### 3. Индексация

*Индексация документов* – это преобразование текста в числовое представление, подходящее для использования в алгоритмах машинного обучения.

После индексации документ представляется как вектор в некотором пространстве (пространстве признаков), в котором каждому признаку ставится в соответствии его вес  $w_{kj}$  (формула 4).

$$\vec{d}_j = \langle w_{1j}, \dots, w_{|T|j} \rangle, \quad (4)$$

где  $T$  – множество термов, которые встречаются в  $|L|$  обучающих классификатор документах, и  $0 \leq w_{kj} \leq 1$  определяет значимость терма  $t_k$  в документе  $d_j$ .

Существует множество методов индексации документов, среди которых наиболее популярны следующие:

1. *Bag-of-Words* представляет текст в виде вектора, где каждый уникальный токен (слово или фраза) в корпусе текстов становится координатой в многомерном пространстве, а его вес определяется частотой появления в документе. Этот метод не учитывает порядок слов, но позволяет эффективно использовать текстовые данные для задач классификации [8].

2. *Word2Vec* представляет каждое слово в виде вектора, обученного на основе контекстных слов. Вектор слова содержит информацию о том, в каком контексте оно обычно встречается, что позволяет улавливать семантическую близость и отношения между словами [9].

3. *Модель n-грамм* представляет текст в виде вектора частот  $\{f_i\}$ , где каждая  $n$ -грамма, состоящая из  $n$  символов, кодируется как отдельный признак [10]. Номер  $n$ -граммы определяется по формуле 5, учитывающей порядковые номера символов в алфавите размера  $M$ , где  $r(a_i)$  – порядковый номер символа  $a_i$  в алфавите.

$$M^n r(a_n) + M^{n-1} r(a_{n-1}) + \dots + r(a_1), \quad (5)$$

### 4. Уменьшение размерности пространства признаков

Вычислительная сложность методов классификации зависит от размерности пространства признаков, поэтому для эффективной работы классификатора важно сократить число признаков. Один из распространенных методов определения веса признаков — функция TF-

IDF. Она увеличивает вес слов с высокой частотой в конкретном документе и низкой частотой в других документах.

*Частота термина* TF (term frequency) оценивается по формуле 6:

$$TF = \frac{n_{t,d}}{n_d}, \quad (6)$$

где:

- $n_{t,d}$  – количество употреблений слова  $t$  в документе  $d$ ;
- $n_d$  – общее число слов в документе  $d$ .

*Обратная частота документа* IDF (inverse document frequency) определяется по формуле 7:

$$IDF = \log\left(\frac{|D|}{D_t}\right), \quad (7)$$

где:

- $|D|$  – общее количество документов в коллекции;
- $D_t$  – количество всех документов, в которых встречается слово  $t$ .

Итоговый вес термина в документе относительно всей коллекции документов вычисляется по формуле 8.

$$V_{t,d} = TF \times IDF \quad (8)$$

## 5. Построение и обучение классификатора

Существует множество методов классификации, которые можно использовать для построения и обучения классификаторов. Ниже приведено описание некоторых популярных методов для сентимент-анализа.

### 5.1. Метод Байеса

Метод Байеса (Naïve Bayes) относится к вероятностным методам классификации. Задача классификатора – найти такие значения  $c_i$  и  $d$ , при которых вероятность  $P(c_i|d)$  будет максимальной [6]:

$$CSV(d) = \underset{c_i \in C}{\operatorname{argmax}} P(c_i|d) \quad (9)$$

Для вычисления  $P(c_i|d)$  используется теорема Байеса:

$$P(c_i|d) = \frac{P(c_i) \times P(d|c_i)}{P(d)} \quad (10)$$

где:

- $P(c_i)$  – априорная вероятность категории  $c_i$ ;
- $P(d|c_i)$  – вероятность документа  $d$  в категории  $c_i$ ;
- $P(d)$  – общая вероятность документа  $d$ .

Чтобы упростить вычисление  $P(d|c_i)$ , делается наивное предположение о независимости признаков:

$$P(d|c_i) = \prod_{k=1}^n P(t_k|c_i) \quad (11)$$

### 5.2. Метод *к ближайших соседей*

Метод *к-ближайших соседей* (k Nearest Neighbors, KNN) относится к метрическим методам классификации. Для классификации документа  $d$ , метод сравнивает его со всеми документами из обучающей выборки  $L$  и вычисляет расстояние  $p(d_z, d)$  для каждого документа  $d_z \in L$ . Затем выбираются  $k$  ближайших документов к  $d$ . Документ  $d$  классифицируется в тот класс, являющийся наиболее распространенным среди выбранных соседей. Функция ранжирования для каждого класса  $c_i$  (формула 12):

$$CSV(d) = \sum_{d_z \in L_k(d)} p(d_z, d) \times \Phi(d_z, c_i) \quad (12)$$

где:

- $L_k(d)$  – это  $k$  ближайших документов к  $d$  из выборки  $L$ ,
- $\Phi(d_z, c_i)$  – известные величины, показывающие принадлежность документов обучающей выборки к категориям.

### 5.3. Метод *опорных векторов*

Метод опорных векторов (Support Vector Machine, SVM) [2, 7] заключается в нахождении гиперплоскости в пространстве признаков  $R|T|$ , разделяющей его на две части: положительные примеры в одной и отрицательные в другой, с максимальным минимальным расстоянием до ближайших примеров.

Если такой разделяющей гиперплоскости не существует (проблема линейной неразделимости), то переходит к новому пространству признаков, в котором обучающая выборка становится линейно разделимой.

## 6. Оценка качества

После обучения классификатора проводится оценка его качества на тестовой выборке, что позволяет определить эффективность модели и выявить возможные проблемы.

В классификации используется ряд метрик для оценки производительности модели. Основные из них [11]:

- *точность* (от англ. Precision) показывает, сколько из предсказанных положительных наблюдений действительно являются положительными;

- *полнота* (от англ. Recall) показывает, сколько из реальных положительных наблюдений модель смогла правильно классифицировать;

- *аккуратность* (от англ. Accuracy) показывает долю правильно классифицированных наблюдений среди всех наблюдений.

Оценка качества работы классификатора производится на тестовой выборке. Вместе с тем работу системы оценивает эксперт (таблица 1).

*Таблица 1 – Оценка качества работы классификатора*

| Класс $c_i$    |               | Положительная | Отрицательная |
|----------------|---------------|---------------|---------------|
|                |               | TP            | FP            |
| Оценка системы | Положительная | FN            | TN            |
|                | Отрицательная |               |               |

Исходы классификации разделяют на следующие четыре типа:

- *True Positive* (TP): Положительное наблюдение классифицируется как положительное.

- *True Negative* (TN): Отрицательное наблюдение классифицируется как отрицательное.

- *False Positive* (FP): Отрицательное наблюдение классифицируется как положительное.

- *False Negative* (FN): Положительное наблюдение классифицируется как отрицательное

Таким образом, согласно определениям, точность, полнота и аккуратность определяются следующими формулами (формула 13, 14, 15 соответственно).

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \quad (13)$$

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \quad (14)$$

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \quad (15)$$

### **Выводы**

Сентимент-анализ является важным инструментом для обработки текстовых данных и выявления эмоциональной окраски. В статье представлен аналитический обзор подхода к автоматическому анализу тональности на основе машинного обучения. Рассматриваются основные концепции, применяемые в сентимент-анализе, и приводятся примеры технологий обработки и оценки эмоциональной составляющей текстовой информации.

### **Библиографический список:**

1. Дворников Сергей Викторович РАСПОЗНАВАНИЕ ЭМОЦИЙ В ТЕКСТОВОМ СООБЩЕНИИ // StudNet. 2021. №11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/raspoznavanie-emotsiy-v-tekstovom-soobschenii> (дата обращения: 25.11.2024).
2. Батура Т.В. Методы автоматической классификации текстов // Программные продукты и системы, 2017. – Т. 30. – № 1.
3. Епрев А. С. Автоматическая классификация текстовых документов / А. С. Епрев // Математические структуры и моделирование. – 2010. – № 21. – С. 65–81.
4. Гальцева Татьяна Вячеславовна, Нестеров Сергей Александрович КЛАССИФИКАЦИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОНАЛЬНОСТИ ТЕКСТОВ, ПУБЛИКУЕМЫХ В СЕТИ ИНТЕРНЕТ // SAEC. 2024. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/klassifikatsiya-i-opredelenie-tonalnosti-tekstov-publikuemyh-v-seti-internet> (дата обращения: 04.01.2025).
5. Алексеев А. А., Катасёв А. С., Кириллов А. Е., Кирпичников А. П. Классификация текстовых документов на основе технологии text Mining // Вестник Казанского технологического университета. 2016. №18. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/klassifikatsiya-tekstovyh-dokumentov-na-osnove-tehnologii-text-mining> (дата обращения: 04.01.2025).
6. Золина Е. В., Гамова Н. А. НАИВНЫЙ КЛАССИФИКАТОР БАЙЕСА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ СЕНТИМЕНТ-АНАЛИЗА ТЕКСТОВ // Шаг в науку. 2019. №4. URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/naivnyy-klassifikator-bayesa-dlya-resheniya-zadachi-sentiment-analiza-testov> (дата обращения: 04.01.2025).

7. Белоцерковец А. П. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ СЕНТИМЕНТ-АНАЛИЗА: ПЕРСПЕКТИВЫ, ТЕНДЕНЦИИ, ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ // Вестник науки. 2024. №3 (72). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-metody-sentiment-analiza-perspektivy-tendentsii-prakticheskoe-primeneniye> (дата обращения: 04.01.2025).

8. А. Б. Нугуманова, И. А. Бессмертный, П. Печина, Е. М. Байбурин Обогащение модели Bag-of-words семантическими связями для повышения качества классификации текстов предметной области // Программные продукты и системы. 2016. №2 (114). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obogaschenie-modeli-bag-of-words-semanticheskimi-svyaziyami-dlya-povysheniya-kachestva-klassifikatsii-tekstov-predmetnoy-oblasti> (дата обращения: 03.01.2025).

9. Двойникова Анастасия Александровна, Карпов Алексей Анатольевич АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ПОДХОДОВ К РАСПОЗНАВАНИЮ ТОНАЛЬНОСТИ РУССКОЯЗЫЧНЫХ ТЕКСТОВЫХ ДАННЫХ // Информационно-управляющие системы. 2020. №4 (107). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiticheskiy-obzor-podhodov-k-raspoznavaniyu-tonalnosti-russkoyazychnyh-tekstovykh-dannykh> (дата обращения: 03.01.2025).

10. Козлов П. Ю. Способы представления текстовой информации при автоматизированном рубрицировании коротких текстовых документов // Программные продукты и системы. 2017. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sposoby-predstavleniya-tekstovoy-informatsii-pri-avtomatizirovannom-rubritirovani-korotkih-tekstovykh-dokumentov> (дата обращения: 25.11.2024).

11. Михайличенко А. А. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР МЕТОДОВ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА АЛГОРИТМОВ КЛАССИФИКАЦИИ В ЗАДАЧАХ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. 2022. №4 (311). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiticheskiy-obzor-metodov-otsenki-kachestva-algoritmov-klassifikatsii-v-zadachah-mashinnogo-obucheniya> (дата обращения: 26.11.2024).

12. Moiseev, D. Methodology of Probabilistic Representation and Transformation of Information / D. Moiseev // 2019 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies, FarEastCon 2019, Vladivostok, 01–04 октября 2019 года. – Vladivostok: Institute of

Electrical and Electronics Engineers Inc., 2019. – P. 8934304. – DOI 10.1109/FarEastCon.2019.8934304.

Bryukhovetskiy, A. Research of the model for detecting UTM interfaces vulnerabilities based on information criterion / A. Bryukhovetskiy, V. Miryanova, D. Moiseev // III International Workshop on Modeling, Information Processing and Computing (MIP: Computing-2021), Krasnoyarsk, 28 мая 2021 года. Vol. 2899. – Krasnoyarsk, Russia: CEUR-WS, 2021. – P. 162-168. – DOI 10.47813/dnit-mip3/2021-2899-162-168.



## ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И ТЕХНОЛОГИИ «УМНОГО ГОРОДА»

УДК 004.8

**А.Г. Карманов, к.т.н., доцент, Н.А. Карманова, аспирант**

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова»*

*197101, г. Санкт-Петербург, Кронверкский проспект, д.49, литер А.*

### **ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ТАКСАЦИИ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА**

#### **Аннотация**

*Значение лесной отрасли трудно переоценить в структуре экономики России. Учет лесных ресурсов, требует всесторонней объективной оценке начиная с возможности внедрения технологий искусственного интеллекта в обработке данных дистанционного зондирования, с целью автоматического определения объема древесины лесных угодий. Заканчивая независимым контролем имеющегося масштабного документооборота. Имея эти введенные разработки в эксплуатацию в широко известных компаниях, лесная отрасль остается пока в тени. В работе представлена одна из них. ПО «Аудит» является основой для интеллектуальных информационных систем, предназначена для семантического анализа, автоматизации процесса извлечения структурированной информации и проверки документов на естественном языке с использованием современных технологий анализа текста на основе методов глубокого обучения (Deep Learning).*

*Ключевые слова: таксация, искусственный интеллект, лесные ресурсы, контроль документооборота, семантический анализ, естественные языки, глубокое обучение.*

**Andrey G. Karmanov, Ph.D., Associate Professor,**

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "S.M. Kirov St. Petersburg State Forest Technical University"*

**Natalia Andreevna Karmanova, PhD student,**

*197101, St. Petersburg, Kronverksky Prospekt, 49, letter A*

### **DEVELOPMENT AND RESEARCH OF THE EVM VULNERABILITY SEARCH METHODOLOGY**

#### **Abstract**

*The importance of the forest industry can hardly be overestimated in the structure of the Russian economy. Accounting of forest resources requires a*

*comprehensive objective assessment, starting with the possibility of introducing artificial intelligence technologies in the processing of remote sensing data, in order to automatically determine the volume of forest timber. Ending with independent control of the existing large-scale document flow. With these developments put into operation in well-known companies, the forest industry remains in the shadows. The paper presents one of them. Audit software is the basis for intelligent information systems, designed for semantic analysis, automation of the process of extracting structured information and checking documents in natural language using modern text analysis technologies based on deep learning methods.*

*Keywords: taxation, artificial intelligence, forest resources, document flow control, semantic analysis, natural languages, deep learning*

#### **Библиографический список:**

1. Богустов А. А. Искусственный интеллект как субъект права: аргументы к дискуссии / А. А. Богустов // Хозяйство и право. - 2021. - № 9. - С. 114-121.
2. Гифт Н. Прагматичный ИИ. Машинное обучение и облачные технологии : науч. изд./ Н. Гифт ; пер. с англ. И. Пальти. - СПб : Питер, 2019, -300 с
3. Дрозд Д. О. Непосредственность судебного разбирательства при использовании искусственного интеллекта / Д. О. Дрозд // Российский юридический журнал. - 2022. - № 4. - С. 87-98.
4. Дубровский Д. И. Может ли интеллектуальный робот обладать этическими свойствами? / Д. И. Дубровский, А. Р. Ефимов, Ф. М. Матвеев // Вопросы философии. - 2022. - № 9. - С. 193-197.
5. Мельникова Е. Н. Встраиваемость концепции электронного лица в правовую систему государства или государственного образования / Е. Н. Мельникова // Российский юридический журнал. - 2022. - № 2. - С. 94-112.

УДК 004.89

**Е.В. Коробков., студент**

*Севастопольский государственный университет*

*ул. Университетская 33, г. Севастополь, Россия, 299053*

**ОПЫТ РАЗРАБОТКИ И ИНТЕГРАЦИИ АЛГОРИТМА ОБРАБОТКИ ЗДАНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ГЕОИНФОРМАЦИОННУЮ СИСТЕМУ QGIS**

**Аннотация**

*В статье рассматриваются перспективы искусственного интеллекта при решении задач сегментации зданий на спутниковых изображениях. Рассмотрена проблема закрытых, монетизируемых решений. Предложена собственная архитектура программной системы автоматической векторизации спутниковых снимков. Выполнена интеграция системы для платформы QGIS. Разработан модуль сегментации и последующей векторизации зданий, основанный на обученной нейронной сети DenseNet. Подведены перспективы развития проекта.*

*Ключевые слова: искусственный интеллект, мониторинг, сегментация, векторизация, здания, QGIS, DenseNet*

**E.V. Korobkov, student**

**Sevastopol State University, 33 Universitetskaya St., Sevastopol, Russia, 299053**

**EXPERIENCE IN DEVELOPING AND INTEGRATING AN ALGORITHM FOR BUILDING PROCESSING USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE INTO THE QGIS GEOINFORMATION SYSTEM**

**Abstract**

*The article discusses the prospects of artificial intelligence for solving the problem of building segmentation on satellite images. The problem of closed, monetized solutions is considered. A proprietary architecture of an automatic vectorization software system for satellite images is proposed. The system is integrated for the QGIS platform. A segmentation and subsequent vectorization module for buildings, based on the trained neural network DenseNet, is developed. The prospects for the development of the project are summarized. Key words: artificial intelligence, monitoring, segmentation, vectorization, buildings, QGIS, DenseNet*

Дистанционное зондирование Земли – незаменимый инструмент изучения и мониторинга планеты, позволяя оперативно реагировать на изменения, регистрируемые в различных спектрах [1]. С развитием информационных технологий появляется больше программных систем, ориентированных на обработку данных ДЗЗ. Для таких систем часто

необходимо использование оцифрованных данных со спутниковых снимков. С представлением космических снимков в цифровом формате появятся возможности автоматизированного дешифрирования.

Одним из алгоритмов машинной классификации является метод классификации изображений с использованием сверточных нейронных сетей (CNN). CNN представляют собой нейронную сеть с большим количеством обучаемых параметров, которая учитывает структуру входных образов. Эти сети базируются на систематической схеме выполнения математических операций над числовыми массивами: свертки, объединения, регуляризации. Архитектура CNN в совокупности с мощными алгоритмами минимизации делает её подходящим решением для автоматизации классификации объектов на спутниковых изображениях.

Готовые решения в большинстве своем являются закрытыми программными решениями, в них отсутствует возможность расширения функционала свободными разработчиками. Различия между сервисами заключаются в предоставляемом функционале, наличии возможности экспорта данных и точности полученных решений. Встречаются и схожие решения, различные применяемым методом. Также недостатком можно выделить платное распространение решений автоматизированной векторизации спутниковых изображений.

Разработка модульной программной системы с открытым кодом расширит возможности оперативного обновления картографических данных, а также откроет возможности развития алгоритмов оцифровки спутниковых снимков. Для системы разработан модуль сегментации и векторизации зданий. Сложностью разработки алгоритма векторизации зданий на спутниковых изображениях является обилие форм и размеров зданий, использование различных стройматериалов для покрытия крыши, наличие большого количества однообразных объектов на снимке, плотность застройки, а также наличие помех и теней [2].

Разработанная архитектура выполнена на языке Python и позволяет в простом формате устанавливать готовые модули для системы. Система позволяет использовать разные архитектуры обработки без конфликтов версий библиотек, что бывает критично при использовании сверточных сетей. Каждый модуль выполняет сегментацию изображений, и его векторизацию с получением результирующих векторных данных. Сохранение промежуточных результатов выполняется вне модуля. Интеграция и публикация в базу плагинов разработанной системы в QGIS, позволила упростить установку плагина пользователями, а также ускорить работу используя данные напрямую из проекта.

Разработанный алгоритм сегментации зданий основан сверточной сети DenseNet [3] обученной на «Massachusetts Buildings Dataset» и

«Inria Aerial Image Labeling Dataset» [4, 5]. В ходе тестирования результатов выполнения программы были получены точность порядка 0.89.

Загрузки опубликованного плагина показали заинтересованность пользователей в данном решении. Перспективами развития являются разработка онлайн базы модулей обработки, реализация облачной обработки снимков, оптимизация проекта и его последующее сопровождение [6-7].

### ***Библиографический список:***

1. Шовенгердт Р. А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений. – 2010. – С. 23-26.
2. Книжников Ю. Ф., Кравцова В. И., Тутубалина О. В. Аэрокосмические методы географических исследований. – 2004. – С. 24-25.
3. Yang H. et al. Building extraction in very high resolution imagery by dense-attention networks // Remote Sensing. – 2018. – Т. 10. – №. 11. – С. 1768.
4. Kaggle. Massachusetts Roads Dataset. Официальный сайт. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kaggle.com/balraj98/massachusetts%20roads-dataset> (дата обращения: 31.03.2022).
5. Inria aerial image labeling dataset. Официальный сайт. [Электронный ресурс]. URL: <https://project.inria.fr/aerialimagelabeling/> (дата обращения: 31.03.2022).
6. Modeling of monitoring processes of structurally heterogeneous technological objects / A. Skatkov, V. Shevchenko, D. Voronin, D. Moiseev // MATEC Web of Conferences, Sevastopol, 11–15 сентября 2017 года. Vol. 129. – Sevastopol: EDP Sciences, 2017. – P. 03022. – DOI 10.1051/mateconf/201712903022.
7. Moiseev, D. Methodology of Probabilistic Representation and Transformation of Information / D. Moiseev // 2019 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies, FarEastCon 2019, Vladivostok, 01–04 октября 2019 года. – Vladivostok: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2019. – P. 8934304. – DOI 10.1109/FarEastCon.2019.8934304.

УДК 004.89

**О.Г. Исаева, студент**

*Севастопольский государственный университет*

*ул. Университетская 33, г. Севастополь, Россия, 299053*

## **ОПЫТ РАЗРАБОТКИ И ИНТЕГРАЦИИ АЛГОРИТМА ОБРАБОТКИ ДОРОГ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ГЕОИНФОРМАЦИОННУЮ СИСТЕМУ QGIS**

### **Аннотация**

*В статье рассматриваются перспективы искусственного интеллекта при решении задач сегментации дорог на спутниковых изображениях. Рассмотрены существующие решения. Разработана система векторизации дорог. Выполнена интеграция системы для платформы QGIS. Подведены перспективы развития проекта.*

*Ключевые слова: искусственный интеллект, мониторинг, сегментация, векторизация, дороги, QGIS*

**O.G. Isaeva, student**

**Sevastopol State University, 33 Universitetskaya St., Sevastopol, Russia, 299053**

### **EXPERIENCE IN DEVELOPING AND INTEGRATING AN ALGORITHM FOR PROCESSING ROADS USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE INTO THE QGIS GEOINFORMATION SYSTEM**

#### **Abstract**

*The article discusses the prospects of artificial intelligence in solving problems of road segmentation on satellite images. The existing solutions are considered. A road vectorization system has been developed. The integration of the system for the QGIS platform has been completed. The prospects for the development of the project are summed up.*

*Key words: artificial intelligence, monitoring, segmentation, vectorization, roads, QGIS*

Обнаружению объектов на спутниковых изображениях на данный момент уделяется много внимания из-за широкого использования в многочисленных реальных приложениях. Полная осведомленность играет важнейшую роль в реализации различных процессов, проектов, инвестиций и пр. Полевое исследование и по сей день является ключевым методом сбора информации. С развитием технологий, дистанционного зондирования Земли, получение большей части данных стало возможным без прямого участия человека, что позволяет собирать информацию об опасных или труднодоступных местах [1].

Оцифровка данных в свою очередь может быть ручной или автоматической [2]. Ручная оцифровка требует огромное количество человеческих ресурсов. Автоматическое дешифрирование призвано решить эту проблему. Для примера можно взять разработанную нейросеть от

Facebook, выполняющую разметку дорог на спутниковых снимках. Данная программа разметила более 300 тыс. миль ранее неразмеченных дорожных сетей в Тайланде за 18 месяцев, затратив вполтора меньше времени, чем на разметку потратила бы команда из 100 аннотаторов, выполняющих это вручную [3].

Соревнования по разработке инновационных решений позволяют участникам со всего мира применить свои знания в решении реальных проблем. Компании-спонсоры предоставляют описания задачи, метрики успешности и ресурсы необходимые для достижения успеха. Участники должны в отведенный срок сформулировать проблему, предложить решение и продемонстрировать прототип своего продукта.

Темы векторизации спутниковых изображений периодически поднимаются на подобных соревнованиях. Примерами могут быть соревнования «Гадание на картах» и Spacenet: road detection challenge. В ходе первого соревнования победителями были разработаны: система обнаружения экстренной ситуации; онлайн-сервис по предоставлению аналитической информации о территории под задачи геомаркетинга и веб-сервис сегментации облачности на космических снимках полей. В ходе второго соревнования была поставлена задача по поиску графа дорог на спутниковых изображениях [4,5].

Исходя из вышесказанного тема обработки спутниковых изображений, разработка новых или модернизированных алгоритмов актуальна и по сей день в основном в целях автоматизации разметки изображений. Ручная разметка остается необходимой, ввиду необходимости проверки результатов работы автоматических алгоритмов.

Сложностью в разработке алгоритма распознавания дорог на спутниковых изображениях является обилие характеризующих их параметров. Начиная от поверхности дороги, заканчивая сложностью структуры. Поэтому разработка эффективного алгоритма распознавания и последующей векторизации дорог является актуальной задачей.

Разработка и внедрение эффективной программной системы может позволить сократить временные и материальные затраты, поддерживать городские геодезические данные дорог в актуальном состоянии.

Интеграция данного алгоритма в открытую среду, например, геоинформационную систему QGIS, позволит ускорить выполнение задачи дешифрирования дорог на спутниковых изображениях.

Из результатов обзора готовых решений можно отметить, что на данный момент существует множество готовых решений по дешифрированию дорог, но подавляющее большинство предполагает наличие закрытого кода или предоставление пользователю только готовых реше-

ний. Такие системы не предоставляют возможность расширения дополнительными функциями со стороны опытного пользователя. Например, в QGIS присутствует возможность разработки и подключения дополнительных модулей [6], но это не позволяет таким модулям выполнять полную автоматическую векторизацию. Поэтому была разработана открытая программная система, ориентированная на решение задачи автоматической векторизации объектов, включая дороги.

Исходя из результатов обзора технологий используемых при векторизации дорог сделан вывод, что использование нейронных сетей для решения задачи классификации дорог наиболее эффективно. Для решения данной задачи выбрана предварительно обученная нейронная сеть на базе архитектуры U-Net [7]. Данная архитектура была выбрана потому, что является одной из самых актуальных на сегодняшний день и хорошо показывает себя в задаче обработки спутниковых изображений. Обучение сети проводилось на данных «Massachusetts Roads Dataset» [8]. На вход нейронной сети подаются изображения предопределенного размера 256x256 пикселей. В результате прохождения 61 эпохи обучение было завершено с коэффициентом меры сходства равным 0.7548.

По итогу разработки разработан плагин для геоинформационной системы QGIS, работа которого описывается в трех этапах. На первом этапе пользователь должен подготовить исходные данные. А именно слой для обработки (спутниковое изображение). Далее пользователь выбирает параметры обработки и запускает процесс. Второй этап заключается в обрезке, подготовке и классификации искомым объектов на изображении. После обработки получается бинарное изображение, белыми пикселями на котором выделены дороги. Третий этап заключается в последующей обработке полученного бинарного изображения с целью векторизации полученных данных. На выходе пользователю будет доступен слой с векторными данными, полученными в ходе обработки (в зависимости от выбранного типа обработки – полигоны, или линии дорог).

Данный плагин опубликован в общем доступе в библиотеке плагинов QGIS. Загрузки и положительные оценки показывают заинтересованность пользователей в подобном решении.

### ***Библиографический список:***

1. Зеленцов В. А., Семен А. П. Архитектура и примеры реализации информационной платформы для создания и предоставления тематических сервисов с использованием данных дистанционного зондирования Земли // Информатика и автоматизация. – 2017. – Т. 6. – №. 55. – С. 86-113.



2. Копаев Г. В. Технологии создания цифровых картографических данных. Средства оцифровки карт с твердой основы. – 1998.
3. Schröder-Bergen S. et al. De/colonizing OpenStreetMap? Local mappers, humanitarian and commercial actors and the changing modes of collaborative mapping //GeoJournal. – 2021. – С. 1-16.
4. ИННОТЕХ. ГИС-хакатон «Гадание на картах 2.0». [Электронный ресурс]. URL: <https://innogeotech.ru/events/gis-hakaton-gadanie-na-kartah-2-0/> (дата обращения: 31.03.2022).
5. Van Etten A., Lindenbaum D., Bacastow T. M. Spacenet: A remote sensing dataset and challenge series //arXiv preprint arXiv:1807.01232. – 2018.
6. Graser A., Olaya V. Processing: A python framework for the seamless integration of geoprocessing tools in QGIS //ISPRS International Journal of Geo-Information. – 2015. – Т. 4. – №. 4. – С. 2219-2245.
7. Paulymorphous. 2022. Skeyenet – Read Our Planet Like a Book. San Francisco (CA): GitHub; [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://github.com/Paulymorphous/skeyenet> (дата обращения: 31.03.2022).
8. Kaggle. Massachusetts Roads Dataset. Официальный сайт. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kaggle.com/balraj98/massachusetts-roads-dataset> (дата обращения: 31.03.2022).

УДК: 519.725

**Э.Р.Меджитов, студент кафедры «Информационные системы»**

**В.И.Иваненко, доцент кафедры «Информационные системы»**

*Севастопольский государственный университет*

*ул. Университетская 33, г. Севастополь, Россия, 299053*

## **ПРИМЕНЕНИЕ ИИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

### **Аннотация**

*Данная работа представляет исследование области искусственного интеллекта и описывает текущий уровень развития современных сервисов. Также проводится их анализ на предмет применимости при проектировании информационных систем.*

*Ключевые слова: искусственный интеллект, система, программа, промпт, IT-технологии*

**O.G. Isaeva, student**

**Sevastopol State University, 33 Universitetskaya St., Sevastopol, Russia, 299053**

## **EXPERIENCE IN DEVELOPING AND INTEGRATING AN ALGORITHM FOR PROCESSING ROADS USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE INTO THE QGIS GEOINFORMATION SYSTEM**

### **Abstract**

*This paper presents a study of the field of artificial intelligence and describes the current level of development of modern services. They are also analyzed for their applicability in the design of information systems.*

*Key words: artificial intelligence, system, program, industrial, IT technologies*

Современный мир становится все более зависимым от информационных технологий, и проектирование информационных систем (ИС) играет ключевую роль в обеспечении эффективного функционирования организаций. Искусственный интеллект (ИИ) представляет собой одну из самых перспективных технологий, способных значительно улучшить процесс проектирования ИС. В данной статье рассматриваются основные аспекты применения ИИ в проектировании информационных систем, его преимущества и вызовы, а также примеры успешного использования.

Одним из основных направлений применения ИИ в проектировании ИС является автоматизация рутинных задач. Использование алгоритмов машинного обучения и нейронных сетей позволяет автоматизи-

ровать такие процессы, как сбор требований, анализ данных и тестирование систем. Например, системы на основе ИИ могут анализировать большие объемы данных, выявляя закономерности и аномалии, что позволяет быстрее и точнее формулировать требования к системе. В исследованиях, проведенных в области автоматизации проектирования, показано, что использование ИИ в этих процессах может существенно сократить время на выполнение задач.

ИИ может значительно повысить качество проектирования информационных систем. Системы, использующие ИИ, способны проводить анализ проектных решений, выявляя потенциальные ошибки и недочеты еще на этапе разработки. Например, алгоритмы могут оценивать архитектуру системы, предлагая оптимальные решения для повышения производительности и безопасности. Исследования показывают, что интеграция ИИ в процесс проектирования может сильно снизить количество ошибок, что приводит к сокращению времени на доработку и улучшению конечного продукта.

Еще одним важным аспектом применения ИИ в проектировании ИС является улучшение взаимодействия с конечными пользователями. Системы на основе ИИ могут анализировать поведение пользователей, их предпочтения и потребности, что позволяет более точно учитывать их интересы при разработке интерфейсов и функционала. Это, в свою очередь, приводит к созданию более удобных и интуитивно понятных систем, что повышает удовлетворенность пользователей. Например, компании, использующие ИИ для анализа пользовательского опыта, отмечают увеличение уровня удовлетворенности клиентов.

Современные информационные системы должны быть гибкими и адаптивными к изменяющимся условиям. ИИ позволяет использовать методы прогнозирования для оценки будущих потребностей бизнеса и изменений в окружающей среде. Например, системы могут анализировать тренды на рынке и предлагать изменения в функционале или архитектуре ИС, что позволяет организациям оставаться конкурентоспособными. Исследования показывают, что компании, внедряющие ИИ для прогнозирования, могут увеличить свою реакцию на изменения на рынке.

Несмотря на все преимущества, применение ИИ в проектировании информационных систем сталкивается с рядом вызовов. Во-первых, существует проблема качества данных. Для эффективной работы алгоритмов необходимо наличие большого объема качественных данных, что не всегда возможно. Во-вторых, разработка и внедрение ИИ-систем требуют значительных затрат на обучение персонала и техническую инфраструктуру. Наконец, необходимо учитывать этические и правовые

аспекты, связанные с использованием ИИ, такие как защита персональных данных и ответственность за принятые решения. В исследованиях также подчеркивается необходимость создания стандартов и норм для обеспечения безопасного и этичного использования ИИ в проектировании.

Искусственный интеллект открывает новые горизонты для проектирования информационных систем, позволяя автоматизировать процессы, улучшать качество проектирования и адаптироваться к изменениям в окружающей среде. Однако использование ИИ также связано с определенными вызовами, которые необходимо учитывать при его внедрении. В целом, интеграция ИИ в проектирование ИС является важным шагом к созданию более эффективных, удобных и адаптивных систем, способствующих успеху организаций в условиях быстро меняющегося мира.

#### ***Библиографический список:***

1. Рассел, С., Норвиг, П. Искусственный интеллект: современный подход / С. Рассел, П. Норвиг. — 3-е изд. — М.: Прентис Холл, 2016. — 1104 с.
2. Гудфеллоу, И., Бенгио, Ю., Курвиль, А. Глубокое обучение / И. Гудфеллоу, Ю. Бенгио, А. Курвиль. — М.: MIT Press, 2016. — 800 с.
3. Бостром, Н. Суперинтеллект: пути, опасности, стратегии / Н. Бостром. — М.: Оксфорд Университи Пресс, 2014. — 368 с.
4. Мински, М. Общество разума / М. Мински. — М.: Симон и Шустер, 1986. — 304 с.
5. Саттон, Р. С., Барто, А. Г. Обучение с подкреплением: введение / Р. С. Саттон, А. Г. Барто. — 2-е изд. — М.: MIT Press, 2018. — 528 с.
6. Интеллектуальная система мониторинга для решения крупномасштабных научных задач в облачных вычислительных средах / А. В. Скатков, А. А. Брюховецкий, Д. В. Моисеев, Т. А. Абрамов // Информационно-управляющие системы. — 2017. — № 2(87). — С. 19-25. — DOI 10.15217/issnl684-8853.2017.2.19.

УДК: 519.725

**Г.В. Куликов, студент, В.Н. Бондарев, доц., канд. техн. наук**

*Севастопольский государственный университет*

*ул. Университетская 33, г. Севастополь, Россия, 299053*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ГЛУБОКИХ СПАЙКОВЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ЗАДАЧ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ**

### **Аннотация**

*В работе рассматриваются глубокие спайковые нейронные сети (SNN) и их применение в задачах компьютерного зрения. Рассмотрено спайковое представление информации, проведен анализ существующих архитектур SNN и методов их обучения. Протестированы архитектуры SNN, адаптированные для классификации и сегментации изображений, обнаружения объектов. Выполнен сравнительный анализ SNN и традиционных глубоких нейронных сетей (DNN) по точности, энергопотреблению и вычислительной сложности.*

*Ключевые слова: спайковые нейронные сети, компьютерное зрение, классификация изображений, обнаружение объектов, сегментация.*

**G.V. Kulikov, student**

**V.N. Bondarev, associate professor**

*Sevastopol State University*

*Universitetskaya Str. 33, Sevastopol, Russia, 299053*

## **EXPLORING DEEP SPIKING NEURAL NETWORKS FOR COMPUTER VISION TASKS**

### **Abstract**

*The paper considers deep spiking neural networks (SNN) and their application in computer vision problems. The spiking representation of information is considered, the existing SNN architectures and training methods are analyzed. SNN architectures adapted for image classification and segmentation, object detection is tested. A comparative analysis of SNN and traditional deep neural networks (DNN) in terms of accuracy, energy consumption, and computational complexity is performed.*

*Keywords: spiking neural networks, computer vision, image classification, object detection, segmentation.*

Современные задачи компьютерного зрения требуют высокой вычислительной мощности, что обусловлено сложностью обработки изображений и необходимостью анализа больших объемов данных. Традиционные глубокие нейронные сети (DNN – Deep Neural Network) демонстрируют высокую точность в задачах классификации, обнаружения объектов и сегментации изображений, но их вычислительная сложность

и энергопотребление ограничивают их применение на практике. Глубокие спайковые нейронные сети (SNN – Spiking Neural Network) предпочтительнее обычных DNN за счёт быстрых разреженных прямых вычислений, низкого энергопотребления, онлайн-обучения и параллелизма [1].

Цель данного исследования – изучение, разработка и адаптация глубоких SNN для задач компьютерного зрения с целью повышения их эффективности по сравнению с традиционными DNN. Это включает в себя анализ существующих архитектур SNN, изучение механизмов кодирования информации, разработку новых моделей и их тестирование на стандартных наборах данных [2, 3].

Сформированы основные задачи исследования:

1. Провести обзор современных подходов и архитектур спайковых нейронных сетей в задачах компьютерного зрения;
2. Изучить особенности функционирования SNN, включая механизмы кодирования информации через спайки и обучение на основе методов STDP (spike-timing-dependent plasticity) или суррогатных градиентов [3,4];
3. Разработать и адаптировать архитектуры глубоких SNN для решения специфических задач компьютерного зрения;
4. Сравнить производительность SNN с традиционными DNN на стандартных наборах данных, таких как MNIST, CIFAR-10, ImageNet.

С ростом потребностей в энергоэффективных вычислениях и увеличением объемов данных возникает необходимость разработки новых методов обработки информации. Традиционные DNN требуют значительных вычислительных ресурсов и являются энергоемкими, что ограничивает их применение в автономных устройствах, мобильных системах и робототехнике. В отличие от них, SNN обладают рядом преимуществ:

– **Энергетическая эффективность.** SNN используют событийно-ориентированную обработку информации, активируясь только при наличии значимых входных сигналов, что снижает энергозатраты [2];

– **Биологическая правдоподобность.** SNN моделируют механизмы работы биологического мозга, что может способствовать созданию более адаптивных и устойчивых систем;

– **Совместимость с нейроморфными процессорами.** Специализированные аппаратные решения, такие как Loihi (Intel) и SpiNNaker (University of Manchester), обеспечивают эффективную реализацию SNN, открывая новые возможности для развития энергоэффективных вычислений [2];

Таким образом, исследование SNN не только расширяет границы компьютерного зрения, но и вносит вклад в развитие нейроморфных вычислений, что делает его актуальным и перспективным направлением.

**Объектом исследования являются** глубокие спайковые нейронные сети, их архитектуры и механизмы функционирования. **Предмет исследования** – применение глубоких SNN для решения задач компьютерного зрения, включая классификацию изображений, обнаружение объектов и сегментацию.

Для достижения поставленных целей в исследовании предполагается использование следующих методов:

1. **Математическое моделирование.** Разработка архитектур SNN, анализ математических моделей спайковых нейронов и их динамики;

2. **Компьютерное моделирование.** Реализация SNN с использованием специализированных библиотек, таких как NEST, BindsNET, PyTorch с расширением для спайковых сетей;

3. **Экспериментальный анализ.** Оценка точности и вычислительной сложности разработанных моделей на стандартных наборах;

4. **Сравнительный анализ.** Исследование различий в производительности между SNN и традиционными DNN, выявление преимуществ и ограничений каждого из подходов.

В ходе работы планируется решить следующие задачи:

– Разработать архитектуры SNN, адаптированные под задачи классификации, обнаружения объектов и сегментации изображений на основе спайковых моделей сигналов [4-6];

– Провести сравнительный анализ SNN и DNN, сравнив их точность и вычислительную сложность.

Исследование глубоких спайковых нейронных сетей представляет собой перспективное направление в области компьютерного зрения и нейроморфных вычислений. SNN обладают рядом преимуществ перед традиционными DNN, включая энергоэффективность, биологическую правдоподобность и возможность реализации на специализированных БИС. Разработка и тестирование архитектур SNN, основанных на спайковых моделях сигналов, позволит повысить их эффективность и открыть новые возможности для их применения в автономных системах, робототехнике и мобильных устройствах.

#### ***Библиографический список:***

1. Бондарев В. Н., Брюховецкий А. А. Глубокое обучение спайковых нейронных сетей: проблемы и перспективы // Перспективные направления развития отечественных информационных технологий:

материалы VI межрегиональной научно-практической конф. Севастополь, 22-26 сентября 2020 г. – Севастополь: Севастопольский государственный университет. 2020. С. 27-28.

2. Roy K., Jaiswal A., P.Panda Towards spike-based machine intelligence with neuromorphic computing // *Nature*. 2019. 575, P. 607-617.

3. Bondarev V. Training a digital model of a deep spiking neural network using backpropagation // *E3S Web Conf. Topical Problems of Agriculture, Civil and Environmental Engineering (TPACEE 2020)*. 2020. Vol. 224. No. 01026, 7 p.

4. Бондарев В.Н. Спайковая модель сигналов и её применение для спектрального анализа // *Цифровая обработка сигналов*. 2024. №2. С. 27-34.

5. Bondarev V. Signal processing with spiking neuron model // *25th International Conference on Digital Signal Processing and its Applications (DSPA)*. Moscow. 2023. P. 1 – 5.

6. Bondarev V. Fourier Analysis with Spike-Based Signal Representations // *26th International Conference on Digital Signal Processing and its Applications (DSPA)*, Moscow. 2024. P. 1-5.



УДК 004.891.2

**А.И. Яковлев, магистрант**

*ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет» ул.  
Университетская 33, г. Севастополь, Россия, 299053*

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ  
РЕШЕНИЙ ПО РАСПОЗНАВАНИЮ АСТРОНОМИЧЕСКИХ  
ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**Аннотация**

*Исследование посвящено разработке системы искусственного интеллекта на базе нейросетевых технологий для автоматизации процесса распознавания и классификации астрономических объектов. Основное внимание уделяется использованию CNN для извлечения признаков и классификации звезд, галактик и других небесных тел. Обсуждаются вопросы обучения моделей на размеченных и неразмеченных данных, влияния различных методов предобработки изображений на точность работы сети, а также оптимизации производительности при работе с большими объемами данных.*

*Ключевые слова: искусственный интеллект, нейросетевые технологии, глубокое обучение, астрономия, обработка данных, классификация объектов, сверточные нейронные сети, машинное обучение*

**A.I. Yakovlev, Master's student**

*Sevastopol State University, 33 Universitetskaya St., Sevastopol, Russia, 299053*

**DEVELOPMENT OF AN ADOPTION SUPPORT SYSTEM  
SOLUTIONS FOR THE RECOGNITION OF ASTRONOMICAL OB-  
JECTS BASED ON NEURAL NETWORK TECHNOLOGIES**

**Abstract**

*The study is devoted to the development of an artificial intelligence system based on neural network technologies to automate the process of recognition and classification of astronomical objects. The focus is on using CNN to extract features and classify stars, galaxies, and other celestial bodies. The issues of training models on labeled and unlabeled data, the impact of various image preprocessing methods on network accuracy, as well as performance optimization when working with large amounts of data are discussed.*

*Key words: artificial intelligence, neural network technologies, deep learning, astronomy, data processing, object classification, convolutional neural networks, machine learning*

Одна из основных задач современной астрономии – это не только обнаружение небесных объектов, но и их идентификация, составление

классификаций и определение физических характеристик. Сложность задач астрономического восприятия стремительно растет вместе с накоплением информации. Массивные телескопы нового поколения формируют потоки данных, объемы которых исчисляются петабайтами каждую ночь, что выходит за пределы возможностей традиционных методов их обработки и анализа. Количество новых открываемых объектов становится столь велико, что автоматизация и внедрение принципиально новых подходов к их изучению становятся абсолютной необходимостью.

Нейросетевые технологии (НСТ), основанные на концепциях глубокого обучения, представляют собой одну из самых мощных инноваций современности, изменяющих подходы к обработке больших данных. Применительно к рассматриваемой задаче, нейросети (НС) позволяют: выделять ключевые признаки в массивах данных; проводить классификацию объектов с высокими скоростью и точностью.

Таким образом, рассматривается задача создания системы искусственного интеллекта (СИИ), основанной на НСТ, способной автоматизировать процесс распознавания и классификации астрономических объектов. Система разрабатывается как локальное решение и предназначена для демонстрации возможностей машинного обучения и принятия решений по выбору способов обработки объектов в астрономии, с возможностью для развертывания с применением облачных технологий [1, 2].

В качестве основы для обработки данных используются сверточные нейронные сети (CNN), которые хорошо зарекомендовали себя в задачах анализа изображений. CNN способны автоматически извлекать важные характеристики, такие как форма, яркость и структура объектов, что делает их подходящими для классификации астрономических данных, например, для различия между звёздами, галактиками и другими небесными телами. Основная идея заключается в применении к изображениям фильтров, которые способны выявлять различные признаки, такие как края, текстуры и формы. Эти признаки затем используются для распознавания более сложных объектов на следующих уровнях обработки [3, 4].

Обучение модели проводится на ограниченных наборах данных, которые включают размеченные изображения небесных тел. Для классификации известных объектов используется обучение с учителем, где нейронная сеть обучается на предварительно размеченных данных. Это позволяет системе точно определять тип объекта на основе его визуальных характеристик. Для выявления новых или редких явлений, таких

как аномалии в данных, может применяться обучение без учителя, что позволяет находить закономерности без явной разметки.

Система реализуется с использованием современных фреймворков для машинного обучения, таких как TensorFlow или PyTorch, что обеспечивает гибкость в настройке и обучении модели. Основной задачей является исследование того, как нейронные сети могут быть применены для решения конкретных задач в астрономии, таких как классификация объектов и выявление аномалий на изображениях.

Не менее важным в исследовании предполагается анализ и решение следующих вопросов: как нормализация изображений, изменение их размеров, цветовая коррекция и аугментация данных влияют на качество работы CNN; какова оптимальная стратегия обучения модели для уменьшения переобучения; каково влияние производительности сети при обучении и инференсе, особенно при работе с большими наборами данных.

Формирование СИИ предполагает также наличие модуля принятия решений, касающихся параметрических аспектов при настройке процессов распознавания.

Перспективные направления дальнейших исследований связаны: с разработкой алгоритмов предобработки данных (нормализация, изменение размера и аугментация изображений, для улучшения качества работы CNN), анализом стратегий обучения моделей с целью минимизации переобучения и повышения точности классификации; оптимизацией производительности нейронных сетей при работе с большими объемами данных, что критично для анализа астрономической информации.

### ***Библиографический список:***

1. Интеллектуальная система мониторинга для решения крупномасштабных научных задач в облачных вычислительных средах / А. В. Скатков, А. А. Брюховецкий, Д. В. Моисеев, Т. А. Абрамов // Информационно-управляющие системы. – 2017. – № 2(87). – С. 19-25. – DOI 10.15217/issnl684-8853.2017.2.19.

2. Доронина, Ю. В. Информационный подход к оцениванию характеристик результатов дистанционного зондирования Земли / Ю. В. Доронина, А. М. Скатков // Системы контроля окружающей среды. – 2024. – № 2(56). – С. 126-135. – DOI 10.33075/2220-5861-2024-2-126-135.

3. C.C.Aggarwal Neural Networks and Deep Learning. A Textbook. Springer International Publishing AG, 2018. ISBN 978-3-319-94462-3

4. Gieseke, Fabian & Bloemen, Steven & Bogaard, Cas & Heskes, Tom & Kindler, Jonas & Scalzo. (2017). Convolutional Neural Networks for Transient Candidate Vetting in Large-Scale Surveys. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. 472. 10.1093/mnras/stx2161.

УДК 004.8

**И.И. Маринин, аспирант**

*Севастопольский государственный университет*

*ул. Университетская 33, г. Севастополь, Россия, 299053*

## **EDGE AI: ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И СКОРОСТЬ В ЭПОХУ ИОТ**

### **Аннотация**

*В тезисах доклада рассматривается применение искусственного интеллекта на пограничных устройствах с акцентом на энергоэффективность, скорость обработки данных и автономность, что обеспечивает прорыв в развитии IoT, робототехники и умных систем в условиях ограниченных ресурсов и требований реального времени*

*Ключевые слова: пограничный искусственный интеллект, импульсные нейронные сети, автономные системы.*

**I. I. Marinin, PhD student**

*Sevastopol State University*

*Universitetskaya Str. 33, Sevastopol, Russia, 299053*

## **EDGE AI: ENERGY EFFICIENCY AND SPEED IN THE IOT ERA**

### **Abstract**

*The thesis discusses the application of artificial intelligence on edge devices with a focus on energy efficiency, processing speed, and autonomy, providing a breakthrough in the development of IoT, robotics, and smart systems under resource constraints and real-time requirements*

*Keywords: edge artificial intelligence, pulse neural networks, autonomous systems.*

В современном мире, где технологии развиваются с невероятной скоростью, искусственный интеллект (ИИ) становится не просто инструментом оптимизации процессов, а ключевым элементом в обеспечении безопасности, эффективности и конкурентоспособности. Одним из наиболее перспективных направлений в этой области является пограничный искусственный интеллект (Edge AI, EAI), который позволяет обрабатывать данные непосредственно на устройствах, минуя необходимость передачи информации в облачные серверы [1]. Это особенно важно в условиях, где критически важны скорость принятия решений, конфиденциальность данных и автономность систем.

Применение Edge AI позволяет открыть новые возможности в таких сферах, как промышленность, транспорт, медицина, безопасность и многих других. Он позволяет снизить задержки при обработке данных,

минимизировать риски утечки информации и обеспечить работу в условиях отсутствия стабильного интернет-соединения. В эпоху, где данные становятся новым "золотом", а скорость их анализа определяет успех, пограничный искусственный интеллект становится не просто инновацией, а необходимостью для устойчивого развития и обеспечения технологического превосходства.

Пограничный искусственный интеллект требует не только высокой производительности, но и энергоэффективности, особенно когда речь идет о работе на устройствах с ограниченными ресурсами, таких как мобильные гаджеты, IoT-устройства или автономные роботы. Для таких задач особенно важны технологии, которые способны минимизировать энергопотребление и при этом обеспечивать быструю обработку данных. Одним из ключевых подходов является использование нейронных сетей, которые оптимизированы для работы с временными данными и способны эффективно функционировать в условиях ограниченных вычислительных ресурсов [2].

Классические нейронные сети, такие как сверточные (CNN) или рекуррентные (RNN), широко используются в задачах компьютерного зрения, обработки естественного языка и других областях. Однако их прямое применение на пограничных устройствах часто затруднено из-за высоких требований к вычислительным ресурсам и энергоэффективности. Для решения этой проблемы применяются различные методы оптимизации, такие как квантование – уменьшение размера за счёт уменьшения точности вычислений, или удаление избыточных параметров.

Эти методы позволяют адаптировать классические нейронные сети для работы на пограничных устройствах, сохраняя приемлемую точность при снижении энергопотребления и вычислительной нагрузки.

Спайковые нейронные сети (Spiking Neural Networks, SNN) — это биологически инспирированный подход, который имитирует работу нейронов в мозге. В отличие от классических нейронных сетей, где информация передается непрерывно, в SNN данные передаются в виде последовательных импульсов. Это делает их более энергоэффективными, особенно на специализированном нейроморфном оборудовании [3].

Однако у SNN есть и свои ограничения. Обучение таких сетей сложнее, чем классических, и их точность может быть ниже в некоторых задачах. Тем не менее, современные исследования активно работают над улучшением методов обучения SNN, что делает их всё более привлекательными для применения в пограничном искусственном интеллекте.

Также следует отметить существование гибридных нейросетей – сочетание импульсных и классических в одной архитектуре. Например,

такие сети рассматриваются в статье [4], где в классической архитектуре заменили некоторые слои на спайковые, что позволило добиться многократного уменьшения энергопотребления, при этом практически не потеряв в точности.

Гибридные модели сочетают SNN для временной обработки данных и ANN для пространственного анализа. Например, спайковые слои в таких моделях специализируются на извлечении ключевых признаков из событийных данных, поступающих с таких устройств, как динамические видеодатчики или другие сенсоры, реагирующие на изменения в окружающей среде. Результат извлечения передается в ANN, где выполняются задачи классификации, распознавания образов или другие виды анализа.

Пограничный ИИ требует баланса между точностью, задержкой и энергоэффективностью. Оптимизированные ANN подходят для задач с высокими требованиями к точности, но их эффективность ограничена. SNN предлагают крайне низкое энергопотребление, но проигрывают в универсальности. Гибридные архитектуры, объединяющие SNN и ANN, демонстрируют наибольший потенциал, сочетая сильные стороны обоих подходов.

Целью дальнейшего исследования является анализ существующих архитектур импульсных нейронных сетей, сравнение их энергоэффективности, точности и адаптивности в рамках их применения на пограничных устройствах.

#### ***Библиографический список:***

1. Singh R., Gill S.S. Edge AI: A survey // Internet of Things and Cyber-Physical Systems. – 2023. – vol. 3. – pp. 71–92.
2. Voghoei S. et al. Deep learning at the edge //2018 International CSCI. – IEEE. – 2018. – pp. 895-901.
3. C. Iaboni and P. Abichandani, "Event-Based Spiking Neural Networks for Object Detection: A Review of Datasets, Architectures, Learning Rules, and Implementation," in IEEE Access, vol. 12, pp. 180532-180596, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3479968.
4. Seekings J. et al. Towards Efficient Deployment of Hybrid SNNs on Neuromorphic and Edge AI Hardware //2024 International Conference on Neuromorphic Systems (ICONS). – IEEE, 2024. – pp. 71-77.
5. Modeling of monitoring processes of structurally heterogeneous technological objects / A. Skatkov, V. Shevchenko, D. Voronin, D. Moiseev // MATEC Web of Conferences, Sevastopol, 11–15 сентября 2017 года. Vol. 129. – Sevastopol: EDP Sciences, 2017. – P. 03022. – DOI 10.1051/mateconf/201712903022.





УДК 004.8

**А.В. Панкова, магистрант**

**В.Н. Бондарев, доц., канд. техн. наук**

*Севастопольский государственный университет*

*ул. Университетская 33, г. Севастополь, Россия, 299053*

## **ГЛУБОКИЕ НЕЙРОСЕТИ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ МЕСТ**

### **Аннотация**

*Рассматривается проблема распознавания мест (VPR) в системах локализации и навигации. Описаны основные подходы к решению задачи, включая использование семантических признаков и 3D-лидаров для преодоления изменений ракурса и внешних изменений. Обсуждаются метрики оценки схожести изображений мест и перспективы применения VPR в различных областях.*

*Ключевые слова: распознавание мест, сверточные нейронные сети, локализация.*

**A.V. Pankova, Master's student**

**V.N. Bondarev, Associate Professor, Candidate of Technical Sciences**

**Sevastopol State University, 33 Universitetskaya St., Sevastopol, Russia, 299053**

## **DEEP NEURAL NETWORKS FOR LOCATION RECOGNITION**

### **Abstract**

*The problem of location recognition (VPR) in localization and navigation systems is considered. The main approaches to solving the problem are described, including the use of semantic features and 3D lidars to overcome angle changes and external changes. Metrics for assessing the similarity of images of places and the prospects for using VPR in various fields are discussed.*

*Key words: place recognition convolutional neural networks, localization.*

Распознавание мест или Visual Place Recognition (VPR) — это подход, основанный на восприятии, который распознает ранее посещенные места на основе визуальных, структурных или семантических сигналов.

VPR является ключевым компонентом в системах локализации и навигации. Эта задача тесно связана с такими концепциями, как локализация, замыкание циклов (loop closure) и извлечение изображений (image retrieval).

Выполнение распознавания мест может быть затруднено из-за ряда проблем: внешний вид одного и того же места может значительно изменяться из-за различных факторов, таких как освещение, погодные условия, сезонные изменения, а также различия в углах обзора и позициях

камеры [1].

Проблемы сходства различных мест (перцептивный алиасинг) [2], а также изменение внешнего вида мест критичны для задач локализации и замыкания циклов (loop closure), где ошибки в распознавании могут привести к неправильным решениям о местоположении. Извлечение признаков, устойчивых к изменениям условий, например, из средних слоев сверточных нейронных сетей (CNN), помогает моделировать места так, чтобы они были менее чувствительны к изменениям внешнего вида. Улучшение качества сопоставления дескрипторов через нормализацию или использование методов, таких как уменьшение размерности, удаление изменений или создание дельта-дескрипторов, позволяет повысить устойчивость к изменяющимся условиям.

При посещении места с другой точки зрения внешний вид сцены может значительно измениться, например, из-за захваченных дополнительных элементов. Для решения этой проблемы используют признаки, извлеченные из высокоуровневых слоев сверточных нейронных сетей (CNN). Эти признаки обладают семантическим значением и демонстрируют большую устойчивость к изменениям угла обзора. Например, такие признаки могут абстрагироваться от конкретных деталей сцены, фокусируясь на более общих характеристиках, что делает их менее чувствительными к изменению точки зрения. Также проблему можно решить при помощи 3D LiDAR, он создает трехмерные модели местности, обеспечивая геометрическое восприятие окружающей среды. Это позволяет системе быть независимой от ориентации, так как информация о месте сохраняется в виде пространственных данных, которые остаются неизменными при изменении угла обзора.

Система распознавания мест обычно оценивается с помощью метрик точности (P) и полноты (R) [3]. В контексте VPR точность (P) представляет собой отношение правильно сопоставленных изображений одних и тех же мест к общему количеству сопоставленных изображений

TP представляет истинные срабатывания, а FP — ложные срабатывания. Полнота (R) выражает отношение правильно сопоставленных изображений одних и тех же мест к общему числу истинных позитивных примеров (ground truth)

Идеальной системой должна быть та, которая достигает точности 100% и полноты 100%.

Глубокие нейросети демонстрируют высокую эффективность в задачах распознавания мест благодаря своей способности извлекать слож-

ные, высокоуровневые признаки из данных, таких как изображения, видео. Нейронные сети открывают возможности развития в навигации (распознавание улиц, зданий, перекрестков), туризме (распознавание достопримечательностей и предоставление информации в реальном времени), безопасности (повышение уровня безопасности в городах), мониторинге (анализ спутниковых данных для обнаружения изменений в окружающей среде).

***Библиографический список:***

1. X. Zhang, L. Wang, and Y. Su, «Visual place recognition: A survey from deep learning perspective», Pattern Recognit., vol. 113, p. 107760, 2021
2. S. Lowry, N. S underhauf, P. Newman, J.J. Leonard, D. Cox, P. Corke, and M.J. Milford, «Visual place recognition: A survey», IEEE Trans. Robot., vol. 32, no. 1, pp. 1-19, 2015
3. S. Schubert, P. Neubert, S. Garg, M. Milford, and T. Fischer, «Visual place recognition: A tutorial», IEEE Robotics & Automation Magazine, 2023

## **ИНФОРМАЦИОННАЯ СРЕДА И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННАЯ ИНФРАСТРУКТУРА**

УДК 004.7

**В.А. Харитонов, студент, Д.В. Моисеев Д.В., доцент, д.т.н.**

*Севастопольский государственный университет*

*ул. Университетская 33, г. Севастополь, Россия, 299053*

### **ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ УМЕНЬШЕНИЯ ЗАДЕРЖЕК ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СЕТЕВЫХ ПРО- ТОКОЛОВ**

#### **Аннотация**

*В условиях стремительного развития цифровых технологий и роста объема передаваемых данных в сетях, проблема задержек в сетевых протоколах становится одной из наиболее значимых. Задержки негативно влияют на производительность сетей, снижая качество обслуживания (QoS) и пользовательский опыт, особенно в приложениях, требующих высокой скорости и минимального времени отклика, таких как видеоконференции, онлайн-игры, системы реального времени и IoT-устройства.*

**V.A. Kharitonov, student, D.V. Moiseev, D.V., Associate**

**Professor, Doctor of Technical Sciences Sevastopol State University, 33  
Universitetskaya St., Sevastopol, Russia, 299053**

### **RESEARCH OF DELAY REDUCTION METHODS TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF NETWORK PROTOCOLS**

#### **Abstract**

*With the rapid development of digital technologies and the growing volume of data transmitted in networks, the problem of delays in network protocols is becoming one of the most significant. Delays negatively affect network performance, reducing quality of service (QoS) and user experience, especially in applications that require high speed and minimal response time, such as video conferencing, online gaming, real-time systems, and IoT devices.*

#### **Актуальность исследования**

Современные сети сталкиваются с множеством вызовов: увеличение числа подключенных устройств, рост трафика, неравномерное распределение нагрузки и ограничения аппаратных ресурсов. Эти факторы приводят к перегрузкам, потерям пакетов и увеличению задержек, что делает актуальным поиск эффективных методов их минимизации.

Кроме того, с появлением новых технологий, таких как 5G, облачные вычисления и edge computing, требования к задержкам становятся

еще более строгими. Например, в системах автоматизации и управления в реальном времени задержки в несколько миллисекунд могут привести к критическим сбоям. Поэтому исследование методов уменьшения задержек является важным шагом для обеспечения стабильной и эффективной работы сетей в современных условиях.

Разработка и внедрение методов оптимизации сетевых протоколов позволят не только повысить производительность сетей, но и обеспечить их масштабируемость, что особенно важно в условиях продолжающейся цифровой трансформации и роста требований к сетевым инфраструктурам.

**Цель** — Разработка и анализ методов уменьшения задержек в сетевых протоколах для повышения эффективности передачи данных, обеспечения стабильной работы сетевых приложений и улучшения качества обслуживания (QoS) в современных сетевых инфраструктурах.

**Задачи:**

- Классификация компонентов системы по критериям критичности и уязвимости.
- Анализ факторов, влияющих на отказы (технические, программные, внешние).
- Моделирование сценариев отказов и оценка их последствий.
- Формулировка рекомендаций по оптимизации отказоустойчивости системы.

**Методология**

— Провести анализ современных сетевых протоколов и выявить основные причины возникновения задержек, такие как перегрузка сети, неоптимальная маршрутизация, ограничения оборудования и потери пакетов.

— Исследовать существующие методы и алгоритмы уменьшения задержек, включая:

- методы управления очередями (AQM — Active Queue Management);
- механизмы приоритизации трафика (QoS — Quality of Service);
- алгоритмы адаптивной маршрутизации;
- методы сжатия данных и кэширования.

— Разработать модели и провести эксперименты для оценки эффективности предложенных методов с использованием специализированного программного обеспечения (например, NS-3, Wireshark, GNS3).

— Провести сравнительный анализ результатов экспериментов и определить наиболее эффективные методы для различных типов сетей и приложений.

- Разработать практические рекомендации по внедрению методов уменьшения задержек в реальных сетевых инфраструктурах.
- Оценить влияние предложенных методов на качество обслуживания (QoS) и производительность сетей.

### **Результаты**

1. Выявлены ключевые факторы, влияющие на возникновение задержек в сетевых протоколах, включая перегрузку сети, неоптимальную маршрутизацию, потери пакетов и ограничения аппаратных ресурсов.

2. Проведен анализ современных методов уменьшения задержек, таких как:

- алгоритмы управления очередями (AQM — Active Queue Management);
- механизмы приоритизации трафика (QoS — Quality of Service);
- методы адаптивной маршрутизации;
- технологии сжатия данных и кэширования.

3. Разработаны модели сетевых сценариев для оценки эффективности предложенных методов, проведены эксперименты с использованием специализированного программного обеспечения (NS-3, Wireshark, GNS3).

4. Получены количественные показатели эффективности методов, включая снижение времени задержки, увеличение пропускной способности и уменьшение потерь пакетов.

5. Определены наиболее эффективные методы для различных типов сетей (корпоративные, центры обработки данных, телекоммуникационные системы) и приложений (видеоконференции, онлайн-игры, IoT).

6. Разработаны практические рекомендации по внедрению методов уменьшения задержек в реальных сетевых инфраструктурах, что позволяет повысить качество обслуживания (QoS) и производительность сетей.

### **Практическая значимость**

Результаты проведенного исследования имеют высокую практическую ценность для современных сетевых инфраструктур. Разработанные методы и рекомендации по уменьшению задержек могут быть успешно применены в следующих областях:

1. **Корпоративные сети:** Оптимизация сетевых протоколов позволит повысить производительность корпоративных сетей, обеспечив стабильную работу критически важных приложений, таких как VoIP, видеоконференции и облачные сервисы.

**2. Центры обработки данных (ЦОД):** Внедрение предложенных методов уменьшения задержек поможет снизить время отклика и повысить эффективность обработки данных, что особенно важно для распределенных систем и облачных вычислений.

**3. Телекоммуникационные сети:** Результаты исследования могут быть использованы для улучшения качества обслуживания (QoS) в телекоммуникационных сетях, включая сети 5G, что обеспечит поддержку приложений реального времени и IoT-устройств.

**4. Интернет вещей (IoT):** Уменьшение задержек в сетях IoT позволит повысить надежность и скорость взаимодействия между устройствами, что критично для систем автоматизации, умных городов и промышленного IoT.

**5. Разработка сетевых приложений:** Полученные результаты могут быть использованы разработчиками сетевых приложений для оптимизации их продуктов, что улучшит пользовательский опыт и повысит конкурентоспособность решений.

**6. Образование и научные исследования:** Материалы исследования могут быть использованы в образовательных программах для подготовки специалистов в области сетевых технологий, а также в качестве основы для дальнейших научных исследований.

### **Заключение**

Проведенное исследование демонстрирует, что уменьшение задержек в сетевых протоколах является важным направлением для повышения эффективности сетей. Разработанные рекомендации и методы могут быть успешно применены в реальных условиях, что подтверждается результатами экспериментов. Дальнейшие исследования могут быть направлены на адаптацию предложенных методов для новых технологий, таких как 5G и IoT.

### **Библиографический список:**

1. Куроуз, Дж. Ф. Компьютерные сети: нисходящий подход / Дж. Ф. Куроуз, К. В. Росс ; пер. с англ. под ред. А. В. Кузнецова. – Москва : Питер, 2016. – 912 с. – ISBN 978-5-496-02131-1.

2. Олифер, В. Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы : учебник для вузов / В. Г. Олифер, Н. А. Олифер. – 5-е изд. – Санкт-Петербург : Питер, 2019. – 992 с. – ISBN 978-5-4461-1102-2.

3. Таненбаум, Э. Компьютерные сети / Э. Таненбаум, Д. Уэзеролл ; пер. с англ. под ред. В. С. Степанова. – Москва : Питер, 2020. – 960 с. – ISBN 978-5-4461-1345-3.

4. Стивенс, Р. Протоколы TCP/IP. Практическое руководство / Р. Стивенс ; пер. с англ. под ред. А. В. Петрова. – Москва : Вильямс, 2015. – 576 с. – ISBN 978-5-8459-2062-3.

5. Петров, А. В. Методы оптимизации сетевых протоколов / А. В. Петров // Журнал сетевых решений. – 2021. – № 3. – С. 45–52. – ISSN 1234-5678.
6. Иванов, И. И. Анализ задержек в сетях 5G / И. И. Иванов, П. П. Сидоров // Вестник связи. – 2022. – № 5. – С. 12–18. – ISSN 2345-6789.
7. Смирнов, К. А. Алгоритмы маршрутизации в современных сетях : монография / К. А. Смирнов. – Москва : Издательство МГТУ, 2020. – 320 с. – ISBN 978-5-1234-5678-9.
8. Гончаров, В. С. Сети передачи данных : учебное пособие / В. С. Гончаров. – Москва : Инфра-М, 2018. – 256 с. – ISBN 978-5-16-012345-6.
9. Кузнецов, Д. В. Оптимизация сетевых протоколов для IoT / Д. В. Кузнецов // Информационные технологии. – 2023. – № 2. – С. 34–40. – ISSN 3456-7890.
10. Белов, А. А. Современные методы управления сетевым трафиком : учебное пособие / А. А. Белов. – Москва : Техносфера, 2022. – 180 с. – ISBN 978-5-98765-432-1.
11. Bryukhovetskiy, A. Research of the model for detecting UTM interfaces vulnerabilities based on information criterion / A. Bryukhovetskiy, V. Miryanova, D. Moiseev // III International Workshop on Modeling, Information Processing and Computing (MIP: Computing-2021), Krasnoyarsk, 28 мая 2021 года. Vol. 2899. – Krasnoyarsk, Russia: CEUR-WS, 2021. – P. 162-168. – DOI 10.47813/dnit-mip3/2021-2899-162-168.
12. Moiseev, D. Models of the threat of virus idea dissemination in information-telecommunication networks / D. Moiseev, V. Miryanova // III International Workshop on Modeling, Information Processing and Computing (MIP: Computing-2021), Krasnoyarsk, 28 мая 2021 года. Vol. 2899. – Krasnoyarsk, Russia: CEUR-WS, 2021. – P. 175-180. – DOI 10.47813/dnit-mip3/2021-2899-175-180.
13. Moiseev, D. Method for detecting vulnerabilities of unmanned vehicle interfaces based on continuous values discretization / D. Moiseev, A. Bryukhovetskiy // III International Workshop on Modeling, Information Processing and Computing (MIP: Computing-2021), Krasnoyarsk, 28 мая 2021 года. Vol. 2899. – Krasnoyarsk, Russia: CEUR-WS, 2021. – P. 43-47. – DOI 10.47813/dnit-mip3/2021-2899-43-47.
14. Шокин, А. Г. Новые методы помехо-устойчивого кодирования информации / А. Г. Шокин, Н. Е. Сапожников, Д. В. Моисеев // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. – Т. 6, № 9(60). – С. 26-30. – EDN QBGNR.
15. Modeling of monitoring processes of structurally heterogeneous technological objects / A. Skatkov, V. Shevchenko, D. Voronin, D. Moiseev



// MATEC Web of Conferences, Sevastopol, 11–15 сентября 2017 года.  
Vol. 129. – Sevastopol: EDP Sciences, 2017. – P. 03022. – DOI  
10.1051/mateconf/201712903022.

УДК 004.048

**А.К. Глухов, магистрант, А.А. Брюховецкий, доцент**

*Севастопольский государственный университет*

*ул. Университетская 33, г. Севастополь, Россия, 299053*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ АГРЕГАЦИИ СООБЩЕНИЙ В ТРАНСПОРТНЫХ СЕТЯХ**

### **Аннотация**

*Интеллектуальные транспортные системы (ITS) активно развиваются благодаря технологиям межтранспортной связи в мобильных сетях. Одной из ключевых задач таких систем является обеспечение оперативной передачи сообщений в реальном времени, что требует использования беспроводных ad hoc сетей. Эти сети, обладая независимостью от стационарной инфраструктуры, позволяют быстро внедрять приложения, снижая вероятность перегрузок.*

*Современные протоколы передачи данных являются важной частью таких систем, обеспечивая эффективный обмен информацией между транспортными средствами. Такие протоколы позволяют учитывать зону риска, направление движения и другие ключевые параметры, что оптимизирует процесс передачи сообщений и повышает надёжность работы сети.*

*Ключевые слова: интеллектуальные транспортные системы, межтранспортная связь, беспроводные ad hoc сети, протоколы передачи данных*

**A.K. Glukhov, Master's student, A.A. Bryukhovetsky, Associate Professor  
Sevastopol State University, 33 Universitetskaya St., Sevastopol, Russia,  
299053**

## **INVESTIGATION OF THE MESSAGE AGGREGATION MODEL IN TRANSPORT NETWORKS**

### **Abstract**

*Intelligent Transportation Systems (ITS) are rapidly evolving thanks to inter-vehicle communication technologies in mobile networks. One of the key challenges of such systems is ensuring real-time message transmission, which requires the use of wireless ad hoc networks. These networks, being independent of stationary infrastructure, enable the rapid deployment of applications while reducing the likelihood of congestion.*

*Modern data transmission protocols are an essential part of such systems, providing efficient information exchange between vehicles. These protocols take into account risk zones, driving directions, and other key parameters, optimizing the message transmission process and enhancing network reliability.*

*Key words: Intelligent Transportation Systems, inter-vehicle communication, wireless ad hoc networks, data transmission protocols*

В последние десятилетия развитие транспортных сетей, включая автомобильный, железнодорожный, авиационный и другие виды транспорта, привело к существенному увеличению объемов, передаваемых данных. Эти данные включают информацию о движении транспорта, авариях, погодных условиях и другие параметры, которые могут быть использованы для оптимизации транспортных потоков, повышения безопасности и эффективности управления. Важным аспектом обработки таких данных является агрегация сообщений, которая позволяет уменьшить объем передаваемой информации, повысить скорость обработки и улучшить качество принятия решений.

Модели агрегации сообщений играют ключевую роль в транспортных сетях, особенно в условиях ограниченных вычислительных ресурсов и высоких требований к скорости передачи данных. Они позволяют комбинировать различные источники данных и передавать агрегированные сообщения, которые сохраняют важную информацию и исключают избыточность. Исследования в этой области направлены на оптимизацию алгоритмов агрегации, минимизацию потерь данных и улучшение качества обслуживания в реальном времени.

Целью данной работы является изучение существующих моделей агрегации сообщений, анализ их эффективности в различных типах транспортных сетей и предложение новых подходов для повышения производительности, и надежности таких систем.

## ***1. Теоретические основы агрегации сообщений в транспортных сетях***

Агрегация сообщений в транспортных сетях представляет собой процесс объединения и обработки данных, поступающих от различных источников, таких как сенсоры, транспортные средства и инфраструктура, с целью создания обобщённых сообщений. Этот процесс играет ключевую роль в повышении эффективности работы транспортных систем, снижая нагрузку на коммуникационные каналы и обеспечивая оперативную передачу только важной информации. В условиях современного транспортного мира, где объемы данных постоянно растут, агрегация становится необходимостью для быстрого и точного принятия решений.

### ***1.1 Сокращение объема данных***

Одним из ключевых аспектов агрегации является необходимость минимизации передачи избыточной и менее значимой информации. В

условиях ограниченных вычислительных ресурсов и пропускной способности каналов связи системы агрегации должны обеспечивать передачу только тех данных, которые критичны для принятия решений. Это помогает сократить нагрузку на сеть и повысить скорость реагирования, не жертвуя важными параметрами.

Примером может служить агрегация сообщений о состоянии дорожного движения, когда передаются лишь данные о наиболее загруженных участках, исключая менее значимые и часто повторяющиеся сообщения.

### ***1.2 Обработка в реальном времени***

Важнейшим требованием к агрегации в транспортных сетях является возможность обработки данных в реальном времени. В условиях динамичного изменения транспортных потоков и перемещения транспортных средств, система должна быть способна немедленно реагировать на новые события. Агрегация сообщений должна происходить с минимальными задержками, тем самым позволяя оперативно перенаправлять потоки транспорта, предотвращать заторы и устранять аварийные ситуации.

Это особенно важно в контексте интеллектуальных транспортных систем (ITS), где данные о текущем движении, погодных условиях и событиях на дорогах обрабатываются с минимальной задержкой, что позволяет принимать быстрые и обоснованные решения.

### ***1.3 Фильтрация и сжатие данных***

Еще одной важной задачей агрегации является исключение несущественных данных и фильтрация информации на основе заданных критериев. Например, сообщения могут быть агрегированы на основе временных интервалов, географического положения или типа события. Система должна уметь эффективно отбирать и передавать только ту информацию, которая имеет значение для текущего состояния сети или в контексте конкретной задачи **[Ошибка! Источник ссылки не найден.]**.

Методы сжатия данных, такие как кодирование, могут быть использованы для уменьшения объема информации, что также способствует снижению нагрузки на каналы связи и ускоряет обработку данных. Такой подход необходим, когда требуется минимизировать количество передаваемых битов без потери критичной информации.

## ***2. Применение агрегации сообщений в реальных транспортных системах***

Агрегация сообщений играет важную роль в управлении транспортными системами, оптимизируя процессы, повышая безопасность и

улучшая качество обслуживания. Она широко используется в интеллектуальных транспортных системах (ITS), системах управления движением и логистике. Рассмотрим ключевые аспекты её применения в этих областях.

### ***2.1 Интеллектуальные транспортные системы (ITS)***

ITS применяют агрегацию данных для мониторинга транспортных потоков, управления дорожным движением и предотвращения аварий. Эти системы обрабатывают огромные объёмы информации от сенсоров, камер видеонаблюдения, GPS-устройств и других источников [2]. Эффективная агрегация объединяет данные из разных источников в обобщённые сообщения, что снижает нагрузку на коммуникационные каналы и ускоряет обработку информации. Например, агрегированные данные о плотности движения на дорогах позволяют в реальном времени перенаправлять транспортные потоки, предотвращая заторы и аварийные ситуации.

Кроме того, такие данные используются для прогнозирования трафика, анализа дорожной ситуации и принятия стратегических решений. Это сокращает время отклика системы, критически важное для оперативного реагирования, а также улучшает экологическую обстановку за счёт снижения выбросов углекислого газа.

### ***2.2 Системы управления движением***

В системах управления движением агрегация данных используется для прогнозирования плотности трафика, обнаружения аварий и мониторинга состояния транспорта. Данные поступают от дорожных камер, сенсоров и метеостанций. Агрегация позволяет оперативно формировать сводную информацию о дорожной обстановке, что способствует более точному прогнозированию ситуации и перенаправлению потоков для минимизации заторов[3] .

Например, информация о скорости движения автомобилей на разных участках дороги помогает предсказывать образование заторов и заранее перераспределять трафик. Это сокращает время в пути, повышает пропускную способность дорог и позволяет быстро реагировать на аварии, минимизируя их последствия.

### ***2.3 Логистические системы***

Агрегация данных активно применяется для оптимизации маршрутов, мониторинга транспортных средств и минимизации времени доставки. Современные логистические компании обрабатывают данные о местоположении транспорта, его состоянии, погодных условиях и дорожных происшествиях.

Эти данные объединяются в агрегированные сообщения, которые помогают адаптировать маршруты и снизить вероятность задержек.

Например, информация о неблагоприятных погодных условиях или заторах позволяет перераспределить грузы на более безопасные и быстрые маршруты. Это сокращает издержки, повышает точность прогнозирования времени доставки и снижает простои транспорта.

Примером успешного применения таких систем являются города, где активно используют технологии агрегации данных для управления транспортными потоками. Интеллектуальные системы, агрегирующие информацию о трафике, авариях и погодных условиях, позволяют эффективно снижать заторы и сокращать время поездок

#### ***Выводы:***

Агрегация сообщений является ключевым инструментом для оптимизации работы транспортных сетей. Она снижает нагрузку на каналы связи за счёт исключения избыточной информации, повышает скорость обработки данных и улучшает качество решений в реальном времени. Этот процесс особенно важен в условиях постоянно растущего объёма данных, генерируемых транспортными средствами, сенсорами и инфраструктурой.

Основные преимущества агрегации заключаются в сокращении объёма передаваемых данных, оперативной обработке информации и создании обобщённых сообщений, содержащих только критически важные сведения. Это позволяет эффективно управлять транспортными потоками, минимизировать заторы, повышать безопасность и снижать воздействие транспорта на окружающую среду.

Применение агрегации широко востребовано в интеллектуальных транспортных системах для мониторинга трафика, предотвращения аварий и прогнозирования потоков. В системах управления движением она помогает выявлять заторы, оперативно перенаправлять транспортные потоки и предотвращать аварийные ситуации. В логистике агрегация данных используется для оптимизации маршрутов, сокращения времени доставки и повышения точности прогнозов.

#### ***Библиографический список:***

1. Герами В. Д., Колик А. В. Управление транспортными системами. Транспортное обеспечение логистики: учебник и практикум для вузов. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2015. — 428 с.
2. Загорский И. О., Володькин П. П., Рыжова А. С. Транспортная инфраструктура: учебное пособие. — Хабаровск: Издательство Тихоокеанского государственного университета, 2015. — 228 с.
3. Skatkov, A. V. Adaptive vulnerability detection model for unmanned vehicles drugs based on artificial immune systems / A. V. Skatkov,

A. A. Bryukhovetskiy, D. V. Moiseev // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Krasnoyarsk, 18–21 ноября 2019 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 734. – Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 12028. – DOI 10.1088/1757-899X/734/1/012028. Батура Т.В. Методы автоматической классификации текстов // Программные продукты и системы, 2017. – Т. 30. – № 1.

4. Moiseev, D. V. Intelligent decision - making support on the level of encryption of information transmitted in the UMV information exchange channels D V Moiseev, A A Bryukhovetskiy and A V Skatkov / D. V. Moiseev, A. A. Bryukhovetskiy, A. V. Skatkov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Krasnoyarsk, 18–21 ноября 2019 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 734. – Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 12086. – DOI 10.1088/1757-899X/734/1/012086.

5. Интеллектуальная система мониторинга для решения крупномасштабных научных задач в облачных вычислительных средах / А. В. Скатков, А. А. Брюховецкий, Д. В. Моисеев, Т. А. Абрамов // Информационно-управляющие системы. – 2017. – № 2(87). – С. 19-25. – DOI 10.15217/issnl684-8853.2017.2.19.

6. Skatkov, A. V. Model for vulnerabilities detection in unmanned vehicle interfaces based on artificial immune systems / A. V. Skatkov, D. V. Moiseev, A. A. Bryukhovetskiy // IOP Conference Series: Metrological Support of Innovative Technologies, Krasnoyarsk, 04 марта 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 1515. – Krasnoyarsk, Russia: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 22043. – DOI 10.1088/1742-6596/1515/2/022043.

7. Bryukhovetskiy, A. Research of the model for detecting UMV interfaces vulnerabilities based on information criterion / A. Bryukhovetskiy, V. Miryanova, D. Moiseev // III International Workshop on Modeling, Information Processing and Computing (MIP: Computing-2021), Krasnoyarsk, 28 мая 2021 года. Vol. 2899. – Krasnoyarsk, Russia: CEUR-WS, 2021. – P. 162-168. – DOI 10.47813/dnit-mip3/2021-2899-162-168.

8. Skatkov, A. Effectiveness analysis of the kulback's information measure in the technological objects monitoring / A. Skatkov, A. Bryukhovetskiy, D. Moiseev // MATEC Web of Conferences, Sevastopol, 11–15 сентября 2017 года. Vol. 129. – Sevastopol: EDP Sciences, 2017. – P. 03025. – DOI 10.1051/mateconf/201712903025.

УДК 004.021

**И.А. Гагарин, магистр 1-го курса**

**И.А. Балакирева, к.т.н., доцент кафедры «Информационные технологии и компьютерные системы»**

*Севастопольский государственный университет*

*ул. Университетская 33, г. Севастополь, Россия, 299053*

**ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ ТОПОЛОГИЧЕСКОЙ  
ОПТИМИЗАЦИИ КОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ  
В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ**

***Аннотация***

*Выполнена постановка задачи топологической оптимизации коммуникационной сети, предложены методы решения поставленной задачи, обсуждается специфика решения задачи в рамках применения оптимизационного алгоритма.*

*Ключевые слова: коммуникационная сеть, топологическая оптимизация, надежность сети, стохастическая событийная модель, гибридный алгоритм.*

***I.A. Gagarin, 1st year Master's degree***

***I.A. Balakireva, Ph.D., Associate Professor of the Department of Information Technology and Computer Systems, Sevastopol State University, 33 Universitetskaya str., Sevastopol, Russia, 299053***

**AN APPROACH TO SOLVING THE TOPOLOGICAL PROBLEM  
OPTIMIZATION OF THE COMMUNICATION NETWORK  
UNDER CONDITIONS OF UNCERTAINTY**

***Abstract***

*The problem of topological optimization of a communication network has been formulated, methods for solving the problem have been proposed, and the specifics of solving the problem within the framework of the application of the optimization algorithm are discussed.*

*Key words: communication network, topological optimization, network reliability, stochastic event model, hybrid algorithm.*

С развитием технологий и ростом объёмов данных возросла потребность в оптимизации топологии сетей, особенно в условиях неопределённости. Традиционные методы, предполагающие точности и детерминированность, не обеспечивают достаточной гибкости. Поэтому возрастает актуальность разработки адаптивных методов, учитывающих изменяющиеся параметры и нестабильность сети. [1,2].

Целью настоящей работы является решение задачи, направленной на построение оптимальной топологии коммуникационной сети при



обеспечении требуемой надёжности каналов связи и при ограничении стоимости сети в условиях неопределенности.

Коммуникационная сеть  $\mathcal{G} = (\mathcal{V}, \mathcal{E}, \mathcal{P})$  представляется в виде множества терминалов  $\mathcal{V}$ , связей  $\mathcal{E}$ , и наборов значений надёжности каналов связи  $\mathcal{P}$ . Если в сети имеется  $n$  узлов, её топология может быть описана вектором:

$$x = \{x_{ij}: 1 \leq i \leq n-1, i+1 \leq j \leq n\}, \quad (1)$$

где  $x_{ij} \in \{0, 1\}$ , причем  $x_{ij} = 1$  указывает на наличие связи между узлами  $(i, j)$ , а  $x_{ij} = 0$  означает её отсутствие.

Предполагается, что терминалы обладают идеальной надёжностью, а отказ связей происходит независимо с заданными вероятностями. Успешное соединение терминалов, принадлежащих подмножеству  $\mathcal{K}$  множества  $\mathcal{V}$ , является случайным событием. Вероятность этого события определяет  $\mathcal{K}$ -терминальную надёжностью, обозначаемую как  $R(\mathcal{K}, x)$ , где  $x$  – случайная величина – описывает топологию сети. Сеть  $\mathcal{G}$  считается  $\mathcal{K}$ -связной, если все узлы подмножества  $\mathcal{K}$  остаются соединёнными при данной топологии. Таким образом,  $\mathcal{K}$ -терминальная надёжность определяется следующим образом:

$$R(\mathcal{K}, x) = \Pr(\mathcal{G} \text{ является } \mathcal{K} - \text{связной при топологии } x). \quad (2)$$

Если подмножество  $\mathcal{K}$  совпадает со всем множеством  $\mathcal{V}$ , то значение  $R(\mathcal{K}, x)$  характеризует общую надёжность сети.

Для каждой возможной топологии сети, описываемой вектором  $x$ , общая стоимость сети определяется суммой затрат на связи:

$$\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n c_{ij} x_{ij}, \quad (3)$$

где  $c_{ij}$  – стоимость коммуникационных каналов  $(i, j)$ ,  $i = 1, 2, \dots, n-1$ ,  $j = i+1, i+2, \dots, n$ .

Задача топологической оптимизации сети формулируется как минимизация общей стоимости сети в соответствии с (3) при соблюдении заданных ограничений по надёжности:

$$\left\{ \begin{array}{l} \min \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n c_{ij} x_{ij} \\ \text{при ограничениях:} \\ R(\mathcal{K}_k, x) \geq R_k, k = 1, 2, \dots, m, \end{array} \right. \quad (4)$$

где  $\mathcal{K}_k$  – заданные подмножества терминалов, а  $R_k$  – минимально допустимые значения надёжности.

Рассмотрим полносвязную сеть из  $n$  узлов, в которой надёжность каждой связи составляет 0.90, а стоимость связей задана матрицей. Общий допустимый бюджет на построение сети составляет  $C$  денежных единиц, что накладывает следующее ограничение:

$$\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n c_{ij} x_{ij} \leq C. \quad (5)$$

Будем считать, что лицо, принимающее решения (ЛПР), может дать предварительные оценки уровня достижимости каждой цели (2). Кроме того, для каждой цели должны быть определены приоритеты ее достижимости.

Установим целевые уровни надёжности для различных подсетей с разными приоритетами. Допустим, что в коммуникационной сети выделено несколько подсетей  $\mathcal{K}_1$ ,  $\mathcal{K}_2$  и  $\mathcal{K}_3$ , соответственно с  $\mathcal{K}$ -терминальной надёжностью 0,99, 0,95 и 0,9. Пусть сеть  $\mathcal{K}_1$  имеет наивысший приоритет, а сеть  $\mathcal{K}_3$  – низший. Это приводит к следующим целевым ограничениям:

$$\left\{ \begin{array}{l} R(\mathcal{K}_1, x) + d_1^- - d_1^+ = 0.99 \\ R(\mathcal{K}_2, x) + d_2^- - d_2^+ = 0.95 \\ R(\mathcal{K}_3, x) + d_3^- - d_3^+ = 0.90' \\ d_i^+, d_i^- \geq 0, \quad i = 1, 2, 3. \end{array} \right. \quad (6)$$

где переменные  $d_1^-, d_2^-, d_3^-$  представляют собой отрицательные отклонения от назначенного уровня надёжности, а переменные  $d_1^+, d_2^+, d_3^+$  – положительные отклонения.

Система целевых ограничений (6) описывает события, которые состоят в том, что при выходе из строя тех или иных связей, сеть останется работоспособной – связной в соответствии с (2).

Таким образом, цель задачи состоит в минимизации отрицательных отклонений от назначенного уровня надёжности:

$$\min\{d_1^-, d_2^-, d_3^-\} \quad (7)$$

Учитывая выражения (5)-(7), задачу топологической оптимизации сети можно сформулировать следующим образом:

$$\left\{ \begin{array}{l} \min\{d_1^-, d_2^-, d_3^-\} \\ \text{при ограничениях:} \\ R(\mathcal{K}_1, x) + d_1^- - d_1^+ = 0.99, \\ R(\mathcal{K}_2, x) + d_2^- - d_2^+ = 0.95, \\ R(\mathcal{K}_3, x) + d_3^- - d_3^+ = 0.90, \\ \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n c_{ij} x_{ij} \leq C, \\ x_{ij} = 0 \text{ или } 1, \quad \forall i, j, \\ d_i^+, d_i^- \geq 0, \quad i = 1, 2, 3. \end{array} \right. \quad (8)$$

Таким образом, необходимо определить такую топологию сети, при которой общие затраты на ее построение не превышают заданного значения при выполнении ограничений по надежности.

Целевая модель (8) представляет собой многокритериальную задачу стохастического событийного программирования [3]. При выборе метода решения задачи (8) необходимо учитывать ее многокритериальность и зависимость цели и ограничений задачи от случайных переменных.

Для преодоления неопределенности цели (7) поставленной задачи предлагается использовать метод свертки, или метод весовых коэффициентов. В таком случае цель (7) будет представлена:

$$\min \sum_{i=1}^3 \lambda_i d_i^-, \quad (9)$$

где  $\lambda_i$  – весовые коэффициенты, определяющие уровень предпочтения достижимости целей, причем  $\sum_{i=1}^3 \lambda_i = 1$ . Таким образом многокритериальная задача (7) будет сведена к однокритериальной задаче (9).

Для решения задач неопределенного программирования существует единый подход в виде гибридного алгоритма. Гибридный алгоритм в общем случае включает в себя статистическое моделирование, аппроксимацию целевой функции с неопределенностью на основе обучения нейронной сети и эволюционные алгоритмы для получения оптимального решения.

Обучение нейросети не требуется, так как целевая функция легко вычисляется на основании выражения (9).

Статистическое моделирование применяется для решения следующих задач: представление структуры сети; моделирование случайных отказов для вычисления уровня надежности сети; случайное изменение структуры сети при реализации оптимизационного алгоритма.

Оптимизация топологии сети выполняется на основе генетического алгоритма (ГА), который относится к эвристическим методам оптимизации. Достоинством ГА является способность получать глобальное оптимальное решение, кроме того, их применение не связано со сложным математическим анализом оптимизационных задач.

ГА в общем случае состоит из стандартных процедур, но реализация этих процедур определяется сутью конкретной задачи.

Важнейшим элементом, используемым при формулировании ГА, является хромосома. В представленной задаче хромосома представляет собой двоичный вектор (1), который в дальнейшем преобразуется в матрицу смежности смоделированной сети.

При инициализации поколения хромосом необходима проверка их допустимости. Во-первых, проверяется ограничение по стоимости (5) смоделированной подсети, во-вторых, устанавливается связность – работоспособность подсети. Процедура определения связности смоделированной подсети используется и при выполнении операций модификации хромосом.

Двоичная хромосома определяет специфику операций кроссинговера и мутации. Для операции кроссинговера в двух выбранных хромосомах случайным образом генерируются номера компонентов двоичного вектора, и происходит обмен этими значениями этих компонентов. Для операции мутации случайным образом изменяется последовательность компонентов в векторе.

Процедуры оценивания целевой функции и селекции в данной задаче выполняются на основе стандартных процедур.

В дальнейшем планируется разработать систему топологической оптимизации коммуникационной сети и провести исследования влияния параметров задачи на ее решение.

#### ***Библиографический список:***

1. Таненбаум, Э.С. Компьютерные сети. 6-е изд. /Э.С. Таненбаум, Д. Уэзеролл, Н. Фимстер //– СПб.: Питер – 2023. 992 с.

2. Skatkov, A. Effectiveness analysis of the kulback's information measure in the technological objects monitoring / A. Skatkov, A. Brjuhoveckij, D. Moiseev // MATEC Web of Conferences, Sevastopol, 11–15 сентября 2017 года. Vol. 129. – Sevastopol: EDP Sciences, 2017. – P. 03025. – DOI 10.1051/mateconf/201712903025.

3. Лю, Б. «Теория и практика неопределённого программирования»  
Пер. Ю.В. Тюменцева, Ю.Т. Каганова /Б. Лю //– М.: Издательство  
«БИНОМ. Лаборатория знаний». – 2005. 416 с.

УДК 004.56

**А.А.Брюховецкий, к.т.н., доцент**

**Н.В.Сухарев, магистрант**

*Севастопольский государственный университет*

*ул. Университетская 33, г. Севастополь, Россия, 299053*

## **ПРОГРАММНАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ МЕТОДОВ ФОРМИРОВАНИЯ КЛАСТЕРОВ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ**

### **Аннотация**

*В работе предоставлена программная модель для оценки методов формирования кластеров в VANETs. Разработанная модель предназначена для оптимизации распределения БТС среди виртуальных кластеров*

*Ключевые слова: Программная модель, алгоритмы оптимизации, кластеризация, БТС, VANETs*

**A.A.Bryukhovetsky, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**

**N.V.Sukharev, Master's student**

**Sevastopol State University, 33 Universitetskaya St., Sevastopol, Russia, 299053**

## **A SOFTWARE MODEL FOR EVALUATING METHODS FORMATION OF TRANSPORT NETWORK CLUSTERS**

### **Abstract**

*The paper presents a software model for evaluating clustering methods in VANETs. The developed model is aimed at optimizing the distribution of UV among virtual clusters*

*Key words: Software model, optimization algorithms, clustering, UV, VANETs*

Цель работы заключается в разработке программной модели для оценки методов формирования кластеров в автомобильных самоорганизующихся сетях (далее – VANETs). Эта модель предназначена для оптимизации распределения беспилотных транспортных средств (далее – БТС) среди виртуальных кластеров, учитывая различные входные метрики. Актуальность обусловлена активным развитием автономных транспортных систем, требующих эффективного управления для повышения надёжности и безопасности транспортного потока [1]. Разработанная программная система включает в себя ряд подсистем и модулей, каждый из которых решает свою подзадачу. Структура системы приведена на рисунке 1.

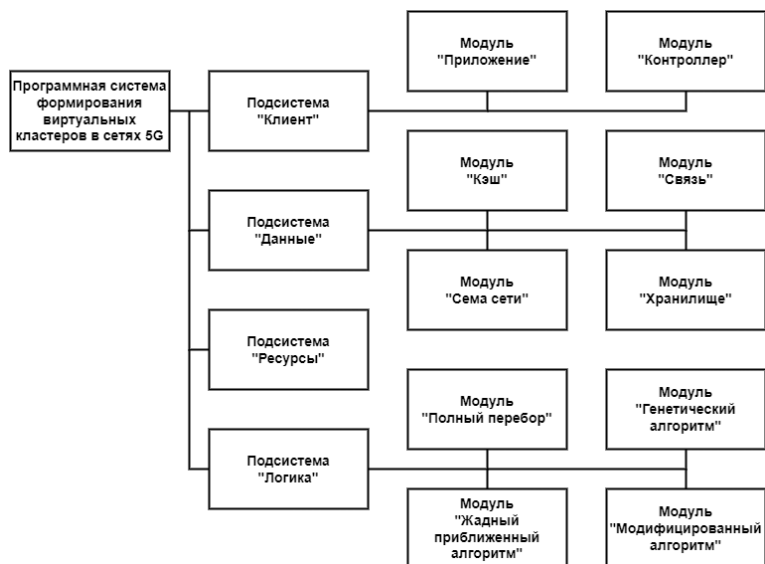


Рисунок 1 – Структурно-функциональная схема

Подсистема «Клиент» содержит в себе модуль «Приложение», который является входной точкой; и модуль «Контроллер», который содержит в себе логику взаимодействия пользовательского интерфейса с внутренним представлением системы. Подсистема «Данные» содержит в себе модуль «Кэш», который хранит в себе состояние внутреннего представления системы; модуль «Связь», который хранит дополнительные метрики сети; модуль «Схема сети» который содержит текущую матрицу связности БТС; модуль «Хранилище», который является библиотекой, хранящей константы, используемые во многих других модулях. Подсистема «Ресурсы» хранит в себе FXML-представление модулей пользовательского интерфейса. В подсистеме «Логика» представлено четыре модуля, каждый модуль реализует алгоритм формирования виртуальных кластеров, каждый из которых будет рассмотрен ниже подробнее.

Модуль «Полный перебор» реализует алгоритм получения точного решения, за приемлемое полиномиальное время. Модуль «Генетический алгоритм» представляет собой эвристический метод случайного поиска, основанный на принципе имитации эволюции биологической популяции. Модуль «Жадный приближённый алгоритм» выбирает множества, руководствуясь следующим правилом: на каждом этапе выбирается множество, покрывающее максимальное число её не покрытых

элементов. Модуль «Модифицированный алгоритм» является специально разработанным алгоритмом, построенным на базе жадного приближенного алгоритма, его особенность заключается в предобработке данных, которая снижает размерность и упрощает обработку матрицы связности БТС [2].

В результате исследования можем констатировать, что лучшим по времени выполнения является «Модифицированный алгоритм»; худшим по потреблению памяти – алгоритм «Полный перебор», который для выполнения требуется кратно больше времени. «Жадный приближённый» и «генетический» алгоритмы принимают промежуточные значения указанных метрик.

### ***Библиографический список:***

1. Skatkov, A. V. A model for detecting vulnerabilities in UTM interfaces, based on probabilistic automata / A. V. Skatkov, A. A. Bryukhovetskiy, D. V. Moiseev // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Sevastopol, 07–11 сентября 2020 года. – Sevastopol, 2020. – P. 032090. – DOI 10.1088/1757-899X/971/3/032090.

2. А. В. Еремеев, Л. А. Заозерская, А. А. Колоколов. Задача о покрытии множества: сложность, алгоритмы, экспериментальные исследования. Дискретный анализ и исследование операций. Сер. 2. 2000. Т. 7, N 2. С.22-46.

3. Detecting vulnerabilities of information resources of unmanned vehicles method based on dynamic evaluation of Markov sequences properties / A. V. Skatkov, A. A. Bryukhovetskiy, D. V. Moiseev, V. I. Shevchenko // IOP Conference Series: Metrological Support of Innovative Technologies, Krasnoyarsk, 04 марта 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 1515. – Krasnoyarsk, Russia: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 22033. – DOI 10.1088/1742-6596/1515/2/022033.

4. Skatkov, A. Effectiveness analysis of the kulback's information measure in the technological objects monitoring / A. Skatkov, A. Bryukhovetskiy, D. Moiseev // MATEC Web of Conferences, Sevastopol, 11–15 сентября 2017 года. Vol. 129. – Sevastopol: EDP Sciences, 2017. – P. 03025. – DOI 10.1051/mateconf/201712903025.

5. Bryukhovetskiy, A. Modeling the change detection process state of objects in monitoring data / A. Bryukhovetskiy, D. Moiseev // III International Workshop on Modeling, Information Processing and Computing (MIP: Computing-2021), Krasnoyarsk, 28 мая 2021 года. Vol. 2899. – Krasnoyarsk, Russia: CEUR-WS, 2021. – P. 36-42. – DOI 10.47813/dnitmip3/2021-2899-36-42.



УДК 004.56

**А.А. Брюховецкий, к.т.н., доцент**

**А.Д. Диванис, магистрант**

*Севастопольский государственный университет*

*ул. Университетская 33, г. Севастополь, Россия, 299053*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ КАНАЛОВ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ**

### **Аннотация**

*В данной работе рассматриваются методы машинного обучения для прогнозирования пропускной способности каналов мобильной связи. Основной целью исследования является разработка моделей прогнозирования и создание прототипа программного обеспечения для взаимодействия с моделями и отображения результатов прогнозирования. В работе представлены этапы подготовки данных, разработки моделей и оценки точности прогнозирования с использованием метрик MAE и RMSE.*

*Ключевые слова: Пропускная способность, Мобильная связь, Машинное обучение, Прогнозирование, Сверточные нейронные сети (CNN), Метрики MAE и RMSE*

**A.A. Bryukhovetsky, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**

**A.D. Divanis, Master's student**

*Sevastopol State University, 33 Universitetskaya St., Sevastopol, Russia, 299053*

## **RESEARCH OF FORECASTING MODELS FOR THE BANDWIDTH OF MOBILE COMMUNICATION CHANNELS**

### **Abstract**

*This paper examines machine learning methods for predicting the capacity of mobile communication channels. The main goal of the research is to develop several prediction models and create a software prototype to interact with these models and display the prediction results. The paper describes the stages of data preparation, model development, and accuracy assessment using MAE and RMSE metrics.*

*Keywords: Capacity, Mobile communication, Machine learning, Prediction, Convolutional neural networks (CNN), MAE and RMSE metrics.*

### **Введение**

Мобильная связь – один из самых быстро развивающихся секторов телекоммуникаций. Пропускная способность каналов, зависящая от множества параметров, является ключевым фактором эффективности

мобильных сетей. Её измерение и оценка сложны, требуют специального оборудования и программного обеспечения, и изменяются во времени и пространстве, поэтому важно уметь прогнозировать её на основе имеющихся данных.

Существующие методы прогнозирования пропускной способности мобильных каналов (статистические, вероятностные и т.д.) имеют ограничения: высокая сложность, низкая точность, низкая адаптивность и сложность в интерпретации получаемых результатов. Они часто не учитывают пространственную составляющую и взаимосвязь между каналами. Поэтому решение задач по разработке и совершенствованию моделей прогнозирования пропускной способности каналов связи с использованием методов машинного обучения представляет собой научный и практический интерес.

#### **Цель и постановка задачи**

Цель исследования – разработка моделей прогнозирования пропускной способности каналов 5G mmWave и прототипа ПО. Для этого необходимо решить следующие задачи:

1. Провести подготовку данных.
2. Определить метрики для оценки точности прогнозирования.
3. Разработать прототип ПО.
4. Разработать ряд моделей прогнозирования и интегрировать их

в разработанный прототип.

#### **Разработка прототипа программного решения**

Архитектура решения включает два модуля.

*Пользовательский интерфейс.* Приложение разработано на C# WPF для отображения результатов прогнозирования и метрик точности, а также выбора исследуемых моделей.

*Веб-API.* Модуль реализован в среде Python с Flask, связывающий модели прогнозирования с клиентским приложением через HTTP-запросы.

Обученные модели сериализуются с помощью библиотеки Pickle для предотвращения повторного обучения при каждом перезапуске.

#### **Разработка и исследование моделей прогнозирования**

Исходные данные включают сведения о пропускной способности каналов 5G mmWave в сети Verizon из открытого датасета [1]. Подготовка данных проводилась в Jupyter Notebook с использованием Pandas. Для прогнозирования использовались модели машинного обучения: k ближайших соседей (kNN), дерево решений (DTTree), регрессия на основе опорных векторов (SVR), сверточная нейросеть (CNN) и CNN с LSTM [2][3][4].

В качестве базовых критериев использовались наивное прогнозирование (Naive) и усреднение (Average). Классические модели разрабатывались с использованием Scikit-Learn, нейросетевые — с TensorFlow. Лучшие оценки значения метрик MAE и RMSE обеспечивает сверточная нейронная сеть (CNN), за ней следует дерево решений (DTree).

***Библиографический список:***

1. Lumos5G | IMC 2020 | Mapping and Predicting Commercial mmWave 5G Throughput (umn.edu) – Электронный ресурс. – Режим доступа: [<https://lumos5g.umn.edu/>]. – дата обращения: 05.10.2023.

2. Карташевский В. Г., Самойлов С. Н. Нейронные сети в прогнозировании трафика: учебное пособие. — Самара: ПГУТИ, 2009. – 200 с

3. Skatkov, A. V. Adaptive vulnerability detection model for unmanned vehicles drugs based on artificial immune systems / A. V. Skatkov, A. A. Bryukhovetskiy, D. V. Moiseev // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Krasnoyarsk, 18–21 ноября 2019 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 734. – Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 12028. – DOI 10.1088/1757-899X/734/1/012028. Батура Т.В. Методы автоматической классификации текстов // Программные продукты и системы, 2017. – Т. 30. – № 1.

4. Moiseev, D. V. Intelligent decision - making support on the level of encryption of information transmitted in the UMV information exchange channels D V Moiseev, A A Bryukhovetskiy and A V Skatkov / D. V. Moiseev, A. A. Bryukhovetskiy, A. V. Skatkov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Krasnoyarsk, 18–21 ноября 2019 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 734. – Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 12086. – DOI 10.1088/1757-899X/734/1/012086.

5. Интеллектуальная система мониторинга для решения крупномасштабных научных задач в облачных вычислительных средах / А. В. Скатков, А. А. Брюховецкий, Д. В. Моисеев, Т. А. Абрамов // Информационно-управляющие системы. – 2017. – № 2(87). – С. 19-25. – DOI 10.15217/issnl684-8853.2017.2.19.

6. Skatkov, A. V. Model for vulnerabilities detection in unmanned vehicle interfaces based on artificial immune systems / A. V. Skatkov, D. V. Moiseev, A. A. Bryukhovetskiy // IOP Conference Series: Metrological Support of Innovative Technologies, Krasnoyarsk, 04 марта 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 1515. – Krasnoyarsk, Russia: Institute of

Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 22043. – DOI 10.1088/1742-6596/1515/2/022043.

7. Bryukhovetskiy, A. Research of the model for detecting UDV interfaces vulnerabilities based on information criterion / A. Bryukhovetskiy, V. Miryanova, D. Moiseev // III International Workshop on Modeling, Information Processing and Computing (MIP: Computing-2021), Krasnoyarsk, 28 мая 2021 года. Vol. 2899. – Krasnoyarsk, Russia: CEUR-WS, 2021. – P. 162-168. – DOI 10.47813/dnit-mip3/2021-2899-162-168.

## **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В КРИТИЧЕСКИХ ИНФРАСТРУКТУРАХ. ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

УДК: 004.78

**А. Н. Зализнюк<sup>1</sup>**, к-т тех. наук, советник генерального директора  
ЗАО «Институт телекоммуникаций»

**В. Э. Жигadlo<sup>2</sup>**, д-р тех. наук, доцент, советник генерального ди-  
ректора ЗАО «Институт телекоммуникаций»

**С. П. Присяжнюк<sup>3</sup>**, д-р тех. наук, профессор, заслуженный деятель  
науки и техники РФ, генеральный директор ЗАО «Институт теле-  
коммуникаций»

<sup>1</sup>ЗАО «Институт телекоммуникаций», 194100, Россия, Санкт-Петер-  
бург, ул. Кантемировская, д. 5, лит.М

<sup>2</sup>ЗАО «Институт телекоммуникаций», 194100, Россия, Санкт-Петер-  
бург, ул. Кантемировская, д. 5, лит.М

<sup>3</sup>ЗАО «Институт телекоммуникаций», 194100, Россия, Санкт-Петер-  
бург, ул. Кантемировская, д. 5, лит.М

### **СОЗДАНИЕ ЕДИНОГО ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА РФ – ОСНОВА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ЗАДАЧ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

#### **Аннотация**

*В докладе рассматриваются основные принципы и особенности созда-  
ния и развития Единого геоинформационного пространства Россий-  
ской Федерации (ЕГИП РФ). Проводится анализ нормативных актов  
Российской Федерации в части вопросов обеспечения национальной без-  
опасности и особенностей использования геопространственной ин-  
формации. Подробно анализируются текущее состояние развития ин-  
фраструктуры пространственных данных и возникающие при этом  
проблемы, требующих своего безотлагательного разрешения. Особое  
внимание уделяется рассмотрению вопроса отсутствия требуемого  
уровня межведомственного взаимодействия ФОИВ, СФ, организаций и  
предприятий промышленности, создающих, формирующих и обеспечи-  
вающих функционирование соответствующих федеральных, регио-  
нальных и ведомственных фондов геопространственной информации,  
в целях эффективного решения задачи по формированию Единого гео-  
информационного пространства и обеспечению необходимой полной,  
актуальной и достоверной геопространственной информацией (ресур-  
сами) пользователей (органов государственной власти и органов воен-  
ного управления), решающих задачи в интересах обеспечения нацио-*

нальной безопасности Российской Федерации. Подробно рассматривается архитектура Единого геоинформационного пространства и принципы её формирования. Основные принципы и особенности создания и развития Единого геоинформационного пространства были разработаны в процессе выполнения ряда научно — исследовательских работ по исследованию принципов формирования и текущего состояния инфраструктуры пространственных данных в рамках создаваемой в Российской Федерации Национальной системы пространственных данных.

*Ключевые слова:* информационные технологии, национальная безопасность, геопрограмственная информация, геопрограмственные данные, географическая информационная система, инфраструктура пространственных данных.

**A. N. Zaliznyuk<sup>1</sup>, Candidate of Technical Sciences, Adviser to the General Director of CJSC Institute of Telecommunications**

**V. E. Zhigadlo<sup>2</sup>, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Adviser to the General Director of CJSC Institute of Telecommunications**

**S. P. Prisyazhnyuk<sup>3</sup>, Doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Worker of Science and Technology of the Russian Federation, General Director CJSC "Institute of Telecommunications"**

<sup>1</sup>ZAO "Institute of Telecommunications", 194100, Russia, St. Petersburg, Kantemirovskaya str., 5, lit.M

<sup>2</sup>ZAO "Institute of Telecommunications", 194100, Russia, St. Petersburg, Kantemirovskaya str., 5, lit.M

<sup>3</sup>ZAO "Institute of Telecommunications", 194100, Russia, St. Petersburg, Kantemirovskaya str., 5, lit.M

## **THE CREATION OF A UNIFIED GEOGRAPHIC INFORMATION SPACE OF THE RUSSIAN FEDERATION IS THE BASIS FOR THE IMPLEMENTATION OF NATIONAL SECURITY TASKS**

### **Abstract**

*The report examines the basic principles and features of the creation and development of the Unified Geoinformation Space of the Russian Federation (the Russian Federation). The analysis of the normative acts of the Russian Federation in terms of issues of ensuring national security and the specifics of the use of geospatial information is carried out. The current state of development of the spatial data infrastructure and the problems that arise in this case that require urgent resolution are analyzed in detail. Special attention is paid to the issue of the lack of the required level of interdepartmental interaction between the FIVE, SF, organizations and industrial enterprises that*

*create, form and ensure the functioning of relevant federal, regional and departmental geospatial information funds in order to effectively solve the problem of forming a Single geoinformation space and providing the necessary complete, relevant and reliable geospatial information (resources) to users (state authorities and military administration bodies), solving tasks in the interests of ensuring the national security of the Russian Federation. The architecture of a Single geoinformation space and the principles of its formation are considered in detail. The basic principles and features of the creation and development of a Unified geoinformation Space were developed in the course of a number of research works on the principles of formation and the current state of spatial data infrastructure within the framework of the National Spatial Data System being created in the Russian Federation.*

*Keywords: information technology, national security, geospatial information, geospatial data, geographic information system, spatial data infrastructure.*

До настоящего времени задача создания единой системы автоматизированного управления обеспечением геопространственной информацией (ГПИ), как Вооружённых Сил Российской Федерации, так и всех уровней государственного управления (ФОИВ, ОГВ СФ), при решении комплекса задач обеспечения национальной безопасности Российской Федерации не ставилась.

Насущная потребность формирования Единого геоинформационного пространства в интересах обеспечения национальной безопасности Российской Федерации (ЕГИП РФ) связана с решением следующих проблем:

- отсутствие единой нормативной правовой, информационно-технологической и технической инфраструктуры в области сбора, накопления, обработки и распределения ГПИ;
- отсутствие оперативного информационного взаимодействия потенциальных пользователей ЕГИП РФ;
- отсутствие геоинформационных ресурсов (ГИР), способствующих эффективному решению задач в области обеспечения национальной безопасности Российской Федерации;
- отсутствие эффективных методов защиты геоинформационных ресурсов;
- отсутствие системы автоматизированного оперативного обновления геопространственной информации и ведения баз данных изменений геопространственной информации;

- отсутствие единого современного унифицированного программно-аппаратного комплекса для создания и содержания единой системы электронных карт (в том числе и военного назначения) с учётом уровня современных требований;

- отсутствие совершенствования применяемых способов визуализации геопространственной информации с учётом современных средств и методов её использования в интересах обеспечения национальной безопасности государства;

- отсутствие единых унифицированных геоинформационных программных средств для работы пользователей на автоматизированных рабочих местах;

- отсутствие требуемого уровня межведомственного взаимодействия ФОИВ, СФ, организаций и предприятий промышленности, создающих, формирующих и обеспечивающих функционирование соответствующих федеральных, региональных и ведомственных фондов ГПИ, в целях эффективного решения задачи по формированию ЕГИП РФ и обеспечению необходимой полной, актуальной и достоверной геопространственной информацией (ресурсами) пользователей (ОГВ, ОВУ), решающих задачи в интересах обеспечения национальной безопасности Российской Федерации.

Учитывая тот факт, что Единое Информационное Пространство РФ (ЕИП РФ) с одной стороны рассматривается, как *«сфера деятельности, связанная с формированием, созданием, преобразованием, передачей, использованием, хранением информации, оказывающая воздействие, в том числе на индивидуальное и общественное сознание, информационную инфраструктуру и собственно информацию»* [1], а, с другой стороны, как *«совокупность информационных ресурсов, созданных субъектами информационной сферы, средств взаимодействия таких субъектов, их информационных систем и необходимой информационной инфраструктуры»* [2], ЕГИП РФ необходимо рассматривать как неотъемлемую часть ЕИП РФ и как *взаимоувязанную совокупность геоинформационных ресурсов, используемых для целей обеспечения национальной безопасности РФ, созданных субъектами информационной сферы, на основе единых принципов, по общим правилам, с применением единых методов (технологий) и унифицированных средств, а также средств взаимодействия таких субъектов, их информационных систем и необходимой информационной инфраструктуры.*

При этом под Информационной сферой будем понимать *сферу общечеловеческой деятельности, связанную с реализацией информационных процессов, а также с созданием, получением, переработкой, распределением, хранением и использованием информации.*



Концептуальную модель ЕГИП РФ можно представить в виде взаимосвязанной совокупности:

- Источников информации и самой информации, используемой для целей обеспечения национальной безопасности РФ, в том числе и геопространственной информации, необходимой для точной пространственной идентификации, как источников информации, так и самой информации;

- Пользователей ЕГИП (поставщиков информации), реализующих функции по сбору и накоплению геопространственной информации, необходимой для решения задач по обеспечению национальной безопасности РФ (ФОИВ, ОГВ СФ и муниципалитетов, предприятия промышленности, технические средства ГГИС ЕГИП РФ);

- Государственной географической информационной системы ЕГИП РФ (ГГИС ЕГИП РФ), предназначенной для выполнения двух групп функций:

- функций по обеспечению возможности обмена географическими пространственными данными, предоставления физическим и юридическим лицам картографической топоподосновы, пространственных данных и материалов (как через терминальный, так и через порталный доступ), содержащихся и накопленных в едином фонде ГПИ ЕГИП РФ, других сведений, подлежащих представлению с использованием координат, а также функций по обеспечению возможностей решения прикладных геоинформационных задач в интересах обеспечения национальной безопасности РФ;

- функции по сбору, накоплению, автоматизированной обработке, хранению, учёту (в т. ч. мониторингу и оценке актуальности) пространственных метаданных, пространственных данных, материалов федеральных и региональных фондов ПД, и их предоставления (распространения), посредством автоматизированного взаимодействия с федеральными и региональными АС и ИС ФОИВ и ОГВ СФ РФ, а также для автоматизации иных геоинформационных и аналитических задач и процессов с использованием ГПИ, в том числе по планированию геодезических и картографических работ, организуемых ОГВ в интересах решения задач обеспечения национальной безопасности РФ.

- Пользователей (потребителей информации), выполняющих функции по решению задач обеспечения национальной безопасности РФ с использованием ГПИ.

В качестве источников информации, используемых ГГИС ЕГИП РФ, для целей решения задач в области обеспечения национальной безопасности РФ, могут использоваться:

- данные, полученные с помощью технических средств ГГИС ЕГИП РФ, включая геопространственные данные (ГПД), данные дистанционного зондирования земли (ДЗЗ), получаемые от источников космического и воздушного базирования, для обеспечения геотопопривязки, как информации циркулирующей и обрабатываемой в рамках ГГИС ЕГИП РФ, так и самих объектов ЕГИП РФ;

- данные, полученные от ГИС ФОИВ, ОГВ СФ, муниципалитетов, предприятий промышленности, из национальных, федеральных, региональных и ведомственных фондов ГПИ и ДЗЗ;

- данные, полученные от информационных ресурсов в сети Интернет, от международных организаций и служб.

Концептуальная модель ЕГИП РФ строится по многоуровневому принципу. Можно выделить 4 уровня:

- **1-й уровень.** Центральный, интеграционный, строится на основе собственных программно-технических средств ядра ГГИС ЕГИП РФ (обеспечивающей оперативный сбор, обработку и накопление актуальных данных ДЗЗ и ГПД в пределах зоны своей ответственности (ФОИВ, ФО, СФ) и формирование собственного объединённого фонда ГПД и ДЗЗ) и Межведомственного Фонда ГПИ ЕГИП РФ, формируемого ею.

- **2-й уровень.** Уровень ФОИВ, строится на основе информационных пространств, формируемых совокупностью ГИС, созданных и функционирующих в интересах ФОИВ и фондов ГПД и ДЗЗ, формируемых этими ГИС.

- **3-й уровень.** Уровень ФО, СФ, Муниципалитетов, предприятий промышленности, строится на основе информационных пространств, формируемых совокупностью ГИС, созданных и функционирующих в интересах ОГВ СФ, Муниципалитетов, предприятий промышленности и их фондов ГПД и ДЗЗ.

- **4-й уровень.** Уровень публичных информационных ресурсов, объединяющий данные, полученные от информационных ресурсов в сети Интернет, от международных организаций и служб.

Объединение элементов всех уровней данной модели в единую многоуровневую иерархическую структуру должно обеспечиваться средствами Единой Защищённой Информационно-телекоммуникационной сети (ИТКС), под которой будем понимать технологическую систему, предназначенную для передачи по линиям связи информации, доступ к которой осуществляется с использованием средств вычислительной техники [3].

Совокупный перечень информации собираемой, накапливаемой и обрабатываемой ГГИС ЕГИП РФ в интересах обеспечения национальной безопасности РФ определяется перечнем стратегических национальных приоритетов, сформулированных в Стратегии национальной безопасности Российской Федерации, утверждённой Указом Президента РФ №400 от 02 июля 2021 г [4]. Это:

1. сбережение народа России и развитие человеческого потенциала;
2. оборона страны;
3. государственная и общественная безопасность;
4. информационная безопасность;
5. экономическая безопасность;
6. научно-технологическое развитие;
7. экологическая безопасность и рациональное природопользование;
8. защита традиционных российских духовно-нравственных ценностей, культуры и исторической памяти;
9. стратегическая стабильность и взаимовыгодное международное сотрудничество

и перечнем решаемых приоритетных задач, направленных на достижение целей обеспечения государственной и общественной безопасности путём реализации государственной политики в рамках каждого из стратегических национальных приоритетов. В Стратегии также отмечается, что *«обеспечение и защита национальных интересов Российской Федерации осуществляются за счёт концентрации усилий и ресурсов органов публичной власти, организаций и институтов гражданского общества на реализации перечисленных стратегических национальных приоритетов и обеспечивается путём достижения целей и решения задач, предусмотренных в рамках стратегических национальных приоритетов»*.

В этой связи, в рамках концептуальной модели ЕГИП РФ, получение, подготовка и накопление исходных данных для решения приоритетных в области национальной безопасности задач должно быть возложено на ФОИВ, ОГВ СФ, муниципалитеты, предприятия промышленности, а также на технические средства Государственной геоинформационной системы ЕГИП РФ.

Таким образом, в качестве предметной области ЕГИП РФ (в широком смысле) можно рассматривать весь информационный ресурс, необходимый для решения сформулированных в Стратегии приоритетных задач, направленных на достижение целей обеспечения государственной и общественной безопасности путём реализации государственной

политики в рамках каждого из стратегических национальных приоритетов.

В узком смысле в качестве предметной области ЕГИП РФ будем рассматриваться весь ресурс геопространственной информации (геоинформационный ресурс), необходимый для точной пространственной идентификации, как источников информации, так и самой информации, и обеспечивающий формирование унифицированной, достоверной и актуальной, в масштабе времени, близком к реальному, картографической геотопоподосновы, необходимой для решения прикладных информационных задач в интересах обеспечения национальной безопасности РФ.

Государственная географическая информационная система ЕГИП РФ (ГГИС ЕГИП РФ) является основным инфраструктурным элементом ЕГИП РФ, объединяющим источники и получателей (потребителей) информации, средства сбора, накопления, хранения, обработки, обмена геопространственной информацией, средства доступа пользователей к накапливаемой информации в интересах решения прикладных задач по обеспечению национальной безопасности РФ, а также единые централизованные вычислительные ресурсы, используемые в интересах решения прикладных задач по обеспечению национальной безопасности РФ.

Геопространственная информация, на основе которой создаются геоинформационные ресурсы ЕГИП РФ, формируется пользователями ЕГИП РФ. Пользователем могут формироваться как машинные, так и немашинные геоинформационные ресурсы. Геопространственная информация, сопровождаемая метаданными, определяющими источник, место, время и правила её формирования в большинстве случаев может быть отнесена к геоинформационным ресурсам.

Пользователи ЕГИП РФ могут выступать в качестве первоисточников, источников или потребителей геоинформационных ресурсов. Один и тот же пользователь может быть одновременно первоисточником, источником и потребителем геоинформационных ресурсов.

Таким образом, в составе ЕГИП РФ можно выделить следующие компоненты:

- Геопространственную информацию (ГПД, ДЗЗ), формируемую федеральными, региональными и ведомственными фондами ПД и данных ДЗЗ ФОИВ, СФ, муниципалитетов, предприятий промышленности), объединяемую в Национальный межведомственный фонд ГПИ ЕГИП РФ, представляющий собой совокупность пространственных данных и материалов, сформированных в результате выполнения геодезических и картографических работ, включая сведения о пунктах государственной геодезической сети, государственной нивелирной сети и

государственной гравиметрической сети, полученные от федеральных и региональных фондов ГПД и фондов данных ДЗЗ, а также в случае отсутствия соответствующих региональных фондов пространственных данных, пространственные данные и материалы, полученные в результате выполнения геодезических и картографических работ, организованных ФОИВ и органами государственной власти субъектов Российской Федерации или подведомственными данным органам государственными учреждениями и используемых для решения задач по обеспечению национальной безопасности РФ.

- Источники и потребители геопространственной информации (пользователи ГГИС ЕГИП РФ - ФОИВ, ОВУ, ОГВ СФ, муниципалитеты, предприятия промышленности);

- ГГИС ЕГИП РФ;

- Систему управления ГГИС ЕГИП РФ.

В соответствии с Федеральным законом от 30.12.2015 № 431-ФЗ «О геодезии, картографии и пространственных данных и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [5], в Российской Федерации создаются и поддерживаются следующие государственные фонды пространственных данных:

- 1) федеральный фонд пространственных данных;

- 2) ведомственные фонды пространственных данных;

- 3) фонд пространственных данных федерального органа исполнительной власти, осуществляющего функции по выработке и реализации государственной политики, нормативно-правовому регулированию в области обороны (далее - фонд пространственных данных обороны);

- 4) фонды пространственных данных субъектов Российской Федерации (далее - региональные фонды пространственных данных), в который включаются пространственные данные и материалы, полученные в результате выполнения геодезических и картографических работ, организованных органами государственной власти субъектов Российской Федерации или подведомственными данным органам государственными учреждениями.

В этой связи при создании инфраструктуры ЕГИП РФ целесообразно учитывать сложившуюся в РФ инфраструктуру пространственных данных, наличие и территориальное распределение фондов ГПД и ДЗЗ.

Поэтому, техническая основа Государственной геоинформационной системы ЕГИП РФ может быть представлена в виде иерархически упорядоченной, взаимоувязанной, информационно согласованной и территориально распределённой (по федеральным округам) совокупно-

сти узлов ГГИС, объединяемых в единую информационную сеть средствами защищённой ИТКС, строящейся на базе арендованных каналов взаимоувязанной сети связи Российской Федерации (ВСС РФ) и ресурсов выделенных ведомственных сетей связи.

Структурно-функциональную схему построения ГГИС ЕГИП РФ можно представить в виде многоуровневой, иерархически упорядоченной, взаимоувязанной, информационно согласованной совокупности следующих элементов:

- **1-й уровень**, центральный (ядро ГГИС). Включает следующие элементы:

- Центральный узел ядра ГГИС (ЦФО, г. Москва), включающий:
  - Центральный Пункт управления ЕГИП РФ и ГГИС ЕГИП РФ, обеспечивающий реализацию функций формирования актуального и достоверного ЕГИП РФ, управления в интересах, решаемых ГГИС ЕГИП РФ прикладных задач в области обеспечения национальной безопасности, а также обеспечивающий сбор, с использованием собственных технических средств ГПИ (ГПД, ДЗЗ и т.п.), её накопление, формирование, хранения и обработку;

- Центральный ЦОД (с обязательной двойной зеркализацией в реальном времени), обеспечивающий сбор, накопление, формирование и хранения всей совокупности информации для решения прикладных информационных задач по обеспечению национальной безопасности РФ на федеральном и региональном уровнях.

- Два дублирующих (окружных) узла ядра ГГИС, включающие:

- Два «Зеркала» Центрального ЦОД, размещаемые в двух центрах территориально разнесённых федеральных округов (Санкт-Петербург (СЗФО) и Новосибирск (СФО), например), обеспечивающие дублирование в реальном времени всей информации, хранящейся в центральном ЦОД, а также сбор, накопление, формирование и хранения всей совокупности информации для решения прикладных информационных задач по обеспечению национальной безопасности РФ на региональном уровне, в рамках своего и смежных федеральных округов.

- Два Пункта управления ЕГИП РФ и ГГИС ЕГИП РФ дублирующих узлов ядра ГГИС, размещаемые в двух центрах территориально разнесённых федеральных округов (Санкт-Петербург (СЗФО) и Новосибирск (СФО), например) и обеспечивающих дублирование функций управления ЕГИП РФ и ГГИС ЕГИП РФ центрального ПУ в реальном масштабе времени;

- Единую защищённую мультисервисную ИТКС, интегрирующую в единое пространство все элементы ЕГИП РФ всех уровней иерархии.

- **2-й уровень**, региональный. Включает следующие элементы:

- Региональные (окружные) пункты управления ЕГИП РФ и ГГИС ЕГИП РФ, размещаемые в административных центрах 8 федеральных округов РФ, обеспечивающие реализацию функций формирования актуального и достоверного ГИП РФ в рамках федерального округа, управления в интересах решаемых ГГИС ГИП федерального округа (СФ в рамках ФО) прикладных задач национальной безопасности, а так же обеспечивающий сбор, с использованием собственных технических средств ГПИ (ГПД, ДЗЗ и т.п.), её накопление, формирование, хранения и обработку;

- Региональные ЦОД, размещаемые в административных центрах 8 федеральных округов РФ и интегрируемые в единую распределенную систему хранения ЕГИП РФ путём организации взаимосвязи с центральным ЦОД и его «зеркалами»;

- Региональные сегменты Единой защищённой мультисервисной ИТКС, интегрирующие в единое информационное пространство элементы первого уровня ЕГИП РФ с ГИП СФ и региональные технические средства ГГИС ЕГИП РФ.

- **3-й уровень**, объектовый. Включает следующие элементы:

- Объектовые узлы ГГИС ЕГИП РФ (подразделения МО, ФОИВ, СФ, муниципалитеты, предприятия промышленности), объединяющие конечных потребителей и источники информации ГГИС ЕГИП РФ;

- Сети доступа в Региональные сегменты Единой защищённой мультисервисной ИТКС;

С точки зрения объединения в ЕГИП РФ ГИП ФОИВ, СФ, муниципалитетов и предприятий промышленности, в основу интеграции федеральных и региональных фондов в единый Межведомственный (Национальный) фонд ГПИ ЕГИП РФ, должны быть положены территориальный принцип и принцип административного деления страны на ФО. Исходя из этого:

1. Центральный узел ядра ГИС (ЦФО, г. Москва) должен объединять:

- Федеральные, национальные, ведомственные Фонды ГПД и данных ДЗЗ,

- Фонды ГПД и данных ДЗЗ, ГИС, ИС, АС, ФОИВ,

- Региональные фонды ГПД, ГИС, ИС, АС СФ, муниципалитетов, предприятий промышленности ЦФО,

- Региональные фонды ГПД, ГИС, ИС, АС СФ, муниципалитетов, предприятий промышленности ПФО,

- Региональные фонды ГПД, ГИС, ИС, АС СФ, муниципалитетов, предприятий промышленности СКФО,

- Региональные фонды ГПД, ГИС, ИС, АС СФ, муниципалитетов, предприятий промышленности ЮФО.

2. Дублирующий узел ядра ГИС (СЗФО, г. Санкт-Петербург) должен объединять:

- Региональные фонды ГПД, ГИС, ИС, АС СФ, муниципалитетов, предприятий промышленности СЗФО,

- Региональные фонды ГПД, ГИС, ИС, АС СФ, муниципалитетов, предприятий промышленности УФО.

3. Дублирующий узел ядра ГИС (СФО, г. Новосибирск) должен объединять:

- Региональные фонды ГПД, ГИС, ИС, АС СФ, муниципалитетов, предприятий промышленности СФО,

- Региональные фонды ГПД, ГИС, ИС, АС СФ, муниципалитетов, предприятий промышленности ДФО.

4. Региональные узлы ГИС должны объединять, в рамках своей территориальной юрисдикции, фонды ГПД, ГИС, ИС, АС СФ, муниципалитетов, предприятий промышленности своих ФО.

Учитывая тот факт, что в настоящее время уже созданы и функционируют, а также создаются рядом ФОИВ и ОГВ СФ различные федеральные и ведомственные фонды ГПД и ДЗЗ, ГИС, ИС, АС, формирующие и оперирующие ГПИ (в своей предметной области), то, для формирования Единого Межведомственного (Национального) фонда ГПИ ЕГИП РФ, целесообразно их в первую очередь интегрировать в ЕГИП РФ.

В современных условиях роль ГПД для решения задач национальной безопасности постоянно возрастает, становится крайне актуальной и приоритетной. Поэтому для решения сформулированных проблем формирования, как инфраструктуры пространственных данных, в частности, так и для формирования ЕГИП РФ и построения ГГИС ЕГИП РФ необходимо в приоритетном плане решение следующих задач:

1. Формирование нормативно-правовой основы для обеспечения требуемого уровня межведомственного взаимодействия ФОИВ, СФ, организаций и предприятий промышленности, создающих, формирующих и обеспечивающих функционирование соответствующих федеральных, региональных и ведомственных фондов ГПИ, в целях эффективного решения задачи по формированию ЕГИП РФ и обеспечению необходимой полной, актуальной и достоверной геопространственной информацией (ресурсами) пользователей (ОГВ, ОВУ), решающих задачи в интересах обеспечения национальной безопасности Российской Федерации.



2. Проведение информационного обследования интегрируемых в ЕГИП РФ федеральных ФГПД ФОИВ и региональных ФГПД СФ с целью выработки требований к ёмкости систем хранения (СХ) ЦОД ГГИС и архитектуре распределённой системы хранения данных (РСХД) ГГИС ЕГИП РФ.

3. Проведение информационного обследования решаемых ОГВ и ОВУ задач в области национальной безопасности, оценка требуемого для их решения перечня ГПИР.

4. Проведение информационного обследования ГПИР, хранящихся в федеральных и региональных ФПД ФОИВ и СФ, предполагаемых к интеграции в ЕГИП РФ, с целью оценки их достаточности для задач, решаемых ОГВ в области национальной безопасности.

5. Проведение информационного обследования с целью определения режимов и принципов взаимодействия с геоинформационными системами, ГИС, ИС, АС ФОИВ, СФ, муниципалитетов, предприятий промышленности ФО РФ, обеспечивающих формирование и ведение федеральных, ведомственных и региональных фондов ГПИ.

6. Анализ созданных федеральных ФПД (ФФПД), фондов ГПД ФОИВ и региональных фондов ГПД СФ, муниципалитетов, предприятий промышленности ФО РФ и оценка возможности их интеграции в ЕГИП РФ, формулировка перечня задач, требующих решения для осуществления такой возможности (при необходимости).

7. Определение режимов и принципов взаимодействия с ФФПД, фондами ГПД ФОИВ и региональными фондами ГПД СФ, муниципалитетов, предприятий промышленности ФО РФ.

8. Определение структуры, форматов хранения ГПД, форматов обмена ГПД с интегрируемыми фондами ГПД, правил взаимодействия фондов.

9. Определение информационной структуры ГГИС ЕГИП РФ и перечня решаемых прикладных задач, правил и порядка формирования к ним запросов пользователей.

10. Определение перечня задач национальной безопасности, при решении которых используется ГПИ.

11. Определение требуемого для задач национальной безопасности перечня ГПИ, её номенклатуры и структуры.

### ***Библиографический список:***

1. Обновлённая концепция конвенции ООН об обеспечении международной информационной безопасности. Предложение России. [Электронный ресурс]:-М. 2023 г., 10 с.- URL:

<http://www.scrf.gov.ru/media/files/file/P7ehXmaBUDOAACATW2Rwa3yNK1bNAWl9.pdf>

2. Стратегия развития информационного общества РФ на 2017-2030 годы, Указ Президента Российской Федерации № 203 от 09.05.2017 г.

3. Федеральный закон «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» № 149-ФЗ от 27.07.2006 (ред. от 31.07.2023).

4. Стратегия национальной безопасности Российской Федерации, утверждённая Указом Президента Российской Федерации №400 от 02 июля 2021 г.

5. Федеральный закон «О геодезии, картографии и пространственных данных и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» № 431-ФЗ от 30.12.2015.

УДК 004.056

**В.С. Сторожик, к.т.н., доцент, ведущий специалист**

*Арктический и антарктический научно-исследовательский институт,  
Санкт-Петербург*

**О МЕРАХ ПО ПОВЫШЕНИЮ УРОВНЯ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ ОТ ТИПОВЫХ АКТУАЛЬНЫХ УГРОЗ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИИ**

**Аннотация:**

*Рассматриваются нормативные правовые акты и методические документы, определяющие особенности оценки показателя состояния технической защиты информации и обеспечения безопасности значимых объектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации.*

*Ключевые слова: безопасность, защита, значимый объект, информация, ресурс, атака, инцидент, мониторинг, угроза, уровень.*

**V.S. Storozhik, Ph.D., Associate Professor, leading specialist**

*Arctic and Antarctic Research Institute, St. Petersburg*

**ON MEASURES TO INCREASE THE LEVEL OF PROTECTION OF INFORMATION RESOURCES FROM TYPICAL CURRENT THREATS TO INFORMATION SECURITY**

**Annotation:**

*The normative legal acts and methodological documents defining the features of assessing the indicator of the state of technical protection of information and ensuring the security of significant objects of the critical information infrastructure of the Russian Federation are considered.*

*Keywords: security, protection, significant object, information, resource, attack, incident, monitoring, threat, level.*

В докладе Президента Российской Федерации на заседании Совета Безопасности Российской Федерации 20 мая 2022 г. отмечено, что против России развязана война в информационном пространстве и поставлена задача: совершенствовать, донстраивать механизмы обеспечения информационной безопасности отраслевых критически важных объектов, от которых напрямую зависит обороноспособность нашей страны, стабильное развитие экономики и социальной сферы [1].

В целях дальнейшего повышения устойчивости и безопасности функционирования информационных ресурсов Указом Президента Российской Федерации от 1 мая 2022 г. № 250 руководителям органов (организаций) предписано обеспечивать незамедлительную реализацию орга-

низационных и технических мер, решения о необходимости осуществления которых принимаются ФСБ России и ФСТЭК России с учетом меняющихся угроз в информационной сфере [2].

Указом Президента Российской Федерации от 8 ноября 2023 г. № 846 на ФСТЭК России возложены полномочия по созданию информационной автоматизированной системы для управления деятельностью по технической защите информации (ТЗИ) и обеспечению безопасности значимых объектов критической информационной инфраструктуры (ОБЗОКИИ) и обеспечению её функционирования, по разработке совместно с аппаратами органов государственной власти, органов местного самоуправления и организациями процессов управления ТЗИ и ОБЗОКИИ и организации внедрения этих процессов, по организации в пределах своей компетенции взаимодействия аппаратов органов государственной власти, органов местного самоуправления и организаций при реализации ими мер по повышению уровня ТЗИ и ОБЗОКИИ а также по оценке эффективности деятельности органов (организаций) по ТЗИ и ОБЗОКИИ [3].

ФСТЭК России был рекомендован к реализации органами (организациями) комплекс организационных и технических мер, предусматривающих [4]:

- инвентаризацию информационных ресурсов;
- защиту периметра информационной инфраструктуры;
- антивирусную защиту рабочих мест;
- управление доступом пользователей;
- защиту информационных ресурсов при работе с подрядными организациями;
- защиту информационных ресурсов от вредоносного программного обеспечения при работе с электронной почтой;
- мониторинг событий информационной безопасности;
- очистку входящего из информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» трафика.

Для оценки текущего состояния ТЗИ (ОБЗОКИИ) в органах (организациях) рекомендуется использовать показатель текущего состояния защищенности  $K_{зи}$ , который характеризует степень достижения органом (организацией) минимально необходимого уровня ТЗИ (ОБЗОКИИ) от типовых актуальных угроз безопасности информации во временном интервале оценивания и заданных условиях эксплуатации информационных систем, автоматизированных систем управления, информационно-телекоммуникационных сетей, иных объектов информатизации и рассчитывается в соответствии с методикой, утвержденной ФСТЭК России 2 мая 2024 г. [5].

В качестве минимально необходимого уровня ТЗИ (ОБЗОКИИ) задан состав мер, реализация которых предусмотрена нормативными правовыми актами Российской Федерации [6 - 10], и который минимально достаточен для блокирования (нейтрализации) типовых актуальных угроз безопасности информации.

Несоответствие значения показателя текущего состояния защищенности  $K_{ЗИ}$  установленному нормированному значению [5] указывает на наличие в органе (организации) возможности реализации актуальных угроз безопасности информации или предпосылок для их реализации и является критерием принятия в органе (организации) управленческих решений в части необходимости реализации первоочередных мер по ТЗИ (ОБЗОКИИ) от актуальных угроз безопасности информации и их приоритетности.

Оценка показателя  $K_{ЗИ}$  проводится не реже одного раза в шесть месяцев. Периодичность и порядок проведения оценки показателя  $K_{ЗИ}$  устанавливается органом (организацией) локальными нормативными актами.

Результаты оценки показателя защищенности  $K_{ЗИ}$  предоставляются органом (организацией) в ФСТЭК России по ее запросу в целях оценки текущего состояния ТЗИ (ОБЗОКИИ). ФСТЭК России также могут быть запрошены отдельные исходные данные, используемые для оценки показателя защищенности  $K_{ЗИ}$ , подтверждающие получение представленных результатов оценки.

#### ***Библиографический список:***

1. О повышении устойчивости и безопасности функционирования информационной инфраструктуры государства (Доклад Президента Российской Федерации на заседании Совета Безопасности Российской Федерации 20 мая 2022 г.).

2. Указ Президента Российской Федерации от 1 мая 2022 г. № 250 «О дополнительных мерах по обеспечению информационной безопасности Российской Федерации».

3. Указ Президента РФ от 8 ноября 2023 г. № 846 «О внесении изменений в Указ Президента Российской Федерации от 16 августа 2004 г. № 1085 «Вопросы Федеральной службы по техническому и экспортному контролю» и в Положение, утвержденное этим Указом».

4. Информационное сообщение ФСТЭК России от 24 марта 2022 г. № 240/22/1549 «О мерах по повышению защищенности информационной инфраструктуры».

5. Методический документ. Методика оценки показателя состояния защиты информации и обеспечения безопасности объектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации (утв. ФСТЭК России 2 мая 2024 г.).

6. Требования о защите информации, не составляющей государственную тайну, содержащейся в государственных информационных системах, утвержденные приказом ФСТЭК России от 11 февраля 2013 г. № 17.

7. Требования к обеспечению защиты информации, содержащейся в информационных системах управления производством, используемых предприятиями оборонно-промышленного комплекса, утвержденные приказом ФСТЭК России от 28 февраля 2017 г. № 31.

8. Требования по обеспечению безопасности значимых объектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации, утвержденные приказом ФСТЭК России от 25 декабря 2017 г. № 239.

9. Требования к обеспечению защиты информации в автоматизированных системах управления производственными процессами на критически важных объектах, потенциально опасных объектах, а также объектах, представляющих повышенную опасность для жизни и здоровья людей и для окружающей природной среды, утвержденные приказом ФСТЭК России от 14 марта 2013 г. № 31.

10. Состав и содержание организационных и технических мер по обеспечению безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных, утвержденные приказом ФСТЭК России от 18 февраля 2013 г. № 21.

УДК 004.056.53

**И.В. Котенко, д-р техн. наук, профессор**

**И.Б. Саенко, д-р техн. наук, профессор**

**И.Б. Парашук, д-р техн. наук, профессор**

*Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр*

*Российской академии наук (СПб ФИЦ РАН),*

*г. Санкт-Петербург, Россия*

## **АДАПТИВНАЯ НЕЙРО-НЕЧЕТКАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗАЩИЩЕННОСТИ КИБЕРФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

### **Аннотация**

*Доклад посвящен вопросам синтеза и прикладного применения алгоритмов адаптивной нейро-нечеткой фильтрации. Описан адаптивный подход к оперативной оценке защищенности критически важных ресурсов, сочетающий фильтрацию Калмана с алгоритмами нейро-нечетких сетей с обучением.*

*Ключевые слова: адаптивная фильтрация, нейро-нечеткая сеть, информационная безопасность, защищенность, киберфизическая система*

**I.V. Kotenko, doctor of engineering sciences, professor**

**I.B. Saenko, doctor of engineering sciences, professor**

**I.B. Parashchuk, doctor of engineering sciences, professor**

*St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sci-*

*ences (SPb FRC RAS), St. Petersburg, Russia*

## **ADAPTIVE NEURO-FUZZY FILTERING SECURITY INDICATORS OF CYBERPHYSICAL SYSTEMS**

### **Abstract**

*The report is devoted to the issues of synthesis and applied application of adaptive neuro-fuzzy filtering algorithms. An adaptive approach to quickly assessing the security of critical resources is described, combining Kalman filtering with neural fuzzy network algorithms with learning.*

*Keywords: adaptive filtering, neuro-fuzzy network, information security, security, cyber-physical system*

Динамический мониторинг состояния уровня защищенности и степени угроз при нарушениях политики безопасности современных киберфизических систем (КФС), своевременное и оптимальное управление рисками их информационной безопасности, организуются и осуществляются на основе процедур наблюдения (сбора и предобработки

больших массивов гетерогенных данных о событиях кибербезопасности) и достоверной оперативной оценки защищенности объектов такого класса [1, 2].

Опыт показывает, что в условиях возможного воздействия на КФС различного рода атак и иных негативных кибервоздействий, особое значение действительно приобретает задача оперативной оценки информационной безопасности, или, иными словами, задача определения наиболее вероятного состояния защищенности объектов такого класса в момент времени  $t$ . Такую оценку можно получить на основе априорных данных о КФС, условиях их использования и доступа к ним, а также на основе наблюдений и/или измерений всех или части переменных состояния (параметров, показателей) защищенности КФС на интервале  $(t_0, t)$ , производимых с ошибками либо в условиях различного рода неопределенности [3-6].

Проблема определения наиболее вероятных значений переменных состояния (параметров, показателей) называется фильтрацией случайных процессов, включая, например, такие, как процесс смены состояний защищенности КФС. При этом под состоянием защищенности КФС на интервале  $(t_0, t)$  или в момент времени  $t$  будем понимать численное оценочное значение переменных состояния (параметров, показателей) защищенности КФС на этом интервале. Причем для традиционных задач фильтрации таких случайных процессов, предполагается известным необходимый объем априорных сведений о статистике показателей защищенности (ПЗ) КФС, шумов процесса, шумов наблюдения и об их взаимодействии [6].

Часто такая априорная информация зачастую недоступна, в рамках реализации задач фильтрации имеет место достаточно большая априорная неопределенность различного рода. Например, неопределенность типа неполноты (нечеткости), связанная с трудностью выбора модели нарушителя, учета особенностей обеспечения информационной безопасности или выбора модели КФС и их показателей защищенности.

Трудности создания современных подходов к оперативной оценке защищенности КФС, сложности решения задачи учета неопределенности типа неполноты (нечеткости, противоречивости) в рамках многокритериального анализа защищенности – сложно разрешимы. Это обусловлено, в том числе, отсутствием методов, учитывающих особенности процедур анализа, неполноту и неоднородность исходной информации о параметрах защищенности КФС в целом. Поэтому разработка новых методов достоверной и оперативной оценки защищенности КФС в условиях неопределенности (нечеткости) исходных данных, является актуальной задачей. Предлагается новый подход, где



методологической и математической базой такого анализа может выступать нейро-нечеткая адаптивная фильтрация, которая сочетает методы фильтрации с возможностями искусственных нейронных сетей [7].

Использование адаптивных фильтров для задач контроля защищенности КФС делает процесс оперативной оценки более гибким, но реализация адаптивных фильтров становится более сложной, требует большего объема вычислений и памяти вычислительных устройств. На наш взгляд, успешное создание адаптивных фильтров для задач оперативной оценки защищенности КФС возможно на пути развития рекуррентного синтеза, когда «настройка» параметров фильтра осуществляется заново по мере поступления новых массивов гетерогенных данных наблюдения о текущих значениях ПЗ КФС на интервале  $(t_0, t)$ . Такой подход позволит сохранить разумный компромисс между необходимым быстродействием вычислительных устройств с требуемым объемом памяти для задач оперативной оценки с тем, чтобы обеспечить своевременную обработку больших объемов гетерогенных данных наблюдения о значениях ПЗ КФС.

Предложена модель процесса поддержки принятия решений по управлению событиями и инцидентами безопасности, а также рассмотрены алгоритмы фильтрации, конкретизированные на случай оценивания состояний, управляемых марковских цепей [7]. Эти алгоритмы базируются на методах калмановской фильтрации, причем оптимальную в смысле минимума среднеквадратичной ошибки (МСКО) оценку по всем поступившим на данный момент наблюдениям о значениях ПЗ КФС можно вычислить с помощью соотношений фильтра Калмана в сочетании с методами искусственных нейронных сетей. Искусственные нейронные сети (ИНС) давно нашли применение в теории управления, прогнозировании и идентификации, доказано, что фильтр состояния, основанный на рекуррентных нейронных сетях, сходиться к оптимальному фильтру Калмана с минимальной дисперсией. Решением данной проблемы, на наш взгляд, является использование адаптивных фильтров с применением ИНС. Данный подход в рамках рассматриваемых задач оперативного анализа защищенности КФС призван позволить алгоритмам оценки «подстраиваться» под статистические характеристики измеряемых и наблюдаемых ПЗ КФС и учитывать их нелинейность. В этой связи особого внимания, по нашему мнению, заслуживает подход к построению адаптивных оптимальных фильтров с использованием, так называемого, нейро-нечеткого метода. Данный подход частично ос-

нован на базовых правилах фильтрации Калмана, но использует и рекуррентные нейронные сети (РНС) или ИНС прямого распространения [7].

Исключительные способности ИНС аппроксимировать нелинейные функции нескольких переменных любой сложности в сочетании с калмановским фильтром делают данный симбиоз адаптивным и эффективным. Несмотря на отсутствие априорных данных о статистических характеристиках шумов возбуждения фильтруемого процесса и шумов наблюдений, нейро-нечеткий метод позволяет получить оптимальный (по МСКО) фильтр.

Таким образом, предложена гипотеза о существовании практической возможности оперативной оценки защищенности КФС с использованием адаптивной нейро-нечеткой фильтрации случайных процессов, характеризующих динамику изменения переменных состояния (показателей) защищенности таких систем на определенном временном интервале. Данный подход учитывает неопределенность исходных данных, т.е., априорных сведений о статистике показателей защищенности КФС и шумов наблюдения. Подход базируется на обучаемой ИНС в составе адаптивных фильтров, что, в свою очередь, позволяет подстраивать весовые коэффициенты для процедур фильтрации под статистические характеристики показателей защищенности киберфизических систем, измеряемых и наблюдаемых как линейно, так и нелинейно.

Исследования проводятся при поддержке гранта Санкт-Петербургского научного фонда №23-РБ-01-09 в СПб ФИЦ РАН.

### ***Библиографический список***

1. Setola R., Luiijf E., Theoharidou M. Critical Infrastructures, Protection and Resilience // *Managing the Complexity of Critical Infrastructures / Studies in Systems, Decision and Control*. Springer, 2016. pp. 1–18.
2. Котенко И. В., Саенко И. Б. Создание новых систем мониторинга и управления кибербезопасностью // *Вестник Российской академии наук*, Том 84, № 11, 2014. С.993–1001.
3. Raikhan M., Khabdolda B., Meiram Z., Altynay O. Assessing information security risk with the fuzzy set theory // *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*. 2018. No. 96(11). pp. 3142–3152.
4. Авраменко В. С., Бушуев С. Н. Оценка защищенности информации на основе теории нечетких множеств // *Вопросы радиоэлектроники*. 2014. Т. 3. № 1. С. 142–148.
5. Гуров С. В., Уткин Л. В. Надежность систем при неполной информации. СПб.: Любавич. 1999. 160 с.

6. Котенко И. В., Паращук И. Б. Информационные и телекоммуникационные ресурсы критически важных инфраструктур: особенности интервального анализа защищенности // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. 2022. № 2. С. 33–40.

7. Котенко И. В., Паращук И. Б. Адаптивная нейросетевая фильтрация в интересах оперативной оценки защищенности критически важных ресурсов // Математические методы в технологиях и технике». Сборник трудов Международной научной конференции ММТТ-36. №1, 2023. СПб.: Издательство Политехнического университета. 2023. Том 1. С. 58–61.

УДК 621.311.23: 629.12

**И.Б. Парашук, д-р техн. наук, профессор**

**А.В. Михайличенко**

*Военная академия связи, г. Санкт-Петербург, Россия*

**ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ МОБИЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ ПРОАКТИВНОГО ОЦЕНИВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИХ БЕЗАВАРИЙНОСТИ, ДОЛГОВЕЧНОСТИ И ВОССТАНАВЛИВАЕМОСТИ**

**Аннотация**

*Рассмотрены современные подходы к созданию моделей, методики и частных алгоритмов проактивного оценивания показателей безаварийности, долговечности и восстанавливаемости мобильных центров обработки данных в интересах поддержки принятия решений по повышению технической надежности объектов такого класса. Предложены методы синтеза системы показателей надежности и элементов модели смены состояний показателей надежности, основанные на математике гранулярных вычислений. Рассмотрены этапы проактивного оценивания показателей надежности мобильных дата-центров, приведены примеры способов повышения безаварийности, долговечности и восстанавливаемости подобных сложных систем.*

*Ключевые слова: надежность, гранулярные вычисления, проактивное оценивание, методика, мобильный центр обработки данных, показатель.*

**I.B. Parashchuk, doctor of engineering sciences, professor**

**A.V. Mikhailichenko**

*Military Academy of Communications, St. Petersburg, Russia*

**INCREASING THE RELIABILITY OF MOBILE DATA CENTERS BASED ON PROACTIVE ASSESSMENT OF THEIR FAILURE-FREENESS, DURABILITY AND RECOVERABILITY INDICATORS**

**Abstract**

*Modern approaches to the creation of models, methods and private algorithms for proactive assessment of failure-free performance, durability and recoverability of mobile data centers are considered in order to support decision-making to improve the technical reliability of objects of this class. Methods are proposed for synthesizing a system of reliability indicators and elements of a model for changing states of reliability indicators, based on the mathematics of granular computing. The stages of proactive assessment of reliability indicators of mobile data centers are considered, and examples of ways to increase the failure-free operation, durability and recoverability of such complex systems are given.*

*Keywords: reliability, granular computing, proactive evaluation, methodology, mobile data center, indicator.*

Для достижения своевременного управления бизнес-процессами необходимо использовать высокопроизводительную ИТ-инфраструктуру. Одними из ключевых элементов высокопроизводительной ИТ-инфраструктуры являются мобильные центры обработки данных (МЦОД) которые предназначены для быстрого развертывания в труднодоступных и отдаленных местах; для обеспечения хранения большого количества данных; для реализации поэтапного наращивания мощности ИТ-инфраструктуры и для выполнения функций резервного дата-центра. Ключевыми элементами МЦОД являются телекоммуникационная, вычислительная, программная инженерная и инфраструктура хранения данных. В настоящее время существует большое многообразие способов построения МЦОД, причем ключевыми классификационными признаками являются назначение, цель использования, тип расположения, размер, тип построения и характеристика отказоустойчивости [1].

Вместе с тем, особенно острой, по-прежнему, остается проблема обеспечения надежности МЦОД, поэтому для своевременного принятия решения по их построению, должностные лица должны знать факторы возможного воздействия, а это в свою очередь позволит оптимизировать их работу и повысить надежность, включая такие особенности их функционирования, как аспекты взаимосвязи дата-центров и соответствие их взаимных функций с точки зрения современных технологий вычислений и хранения данных, которые в мировой практике принято называть «облачными», «туманными» и «граничными» [2].

Анализ современных условий функционирования мобильных дата центров позволяет выделить ряд противоречий между требуемым уровнем надежности МЦОД, вынужденных работать в экстремальных условиях, и отсутствием методик достоверного проактивного оценивания их надежностных показателей (безаварийности, долговечности и восстанавливаемости) в интересах прогнозирования и предотвращения отказов.

Для разрешения данных противоречий предложено разработать методику и частные алгоритмы проактивного оценивания надежности (ПОН) МЦОД, учитывающие зашумленность информации о требованиях и условиях их эксплуатации, о значениях параметров текущего состояния их элементов в условиях различного рода воздействий.

Иными словами, осуществляя вероятностную оценку показателей надежности (ПН) на протяжении определенных шагов функционирова-

ния МЦОД в возможных экстремальных условиях эксплуатации в будущем, необходимо обеспечить поддержку принятия решения по построению таких систем, ориентированную на достижение максимальных значений этих ПН в различных условиях.

Анализ существующих методов оценки надежности функционирования сложных систем хранения данных показывает, что они, в целом, могут быть применимы для МЦОД, но, вместе с тем, имеют место некоторые особенности, которые требуют дальнейшего научного исследования. В частности, при анализе в условиях неопределенности, зашумленности (неточности) исходных данных, их неполноту и противоречивость, на наш взгляд, следует учитывать комплексно, должна быть осуществлена комплексная динамическая оценка. Возможным подходом для решения этой задачи могут служить математические методы на основе гранулярных вычислений (ГВ), основанные на алгоритме, включающем две фазы – информационное гранулирование и собственно гранулярные вычисления [3].

Традиционно, первым шагом при решении задач оценивания надежности сложных информационных систем является формулировка системы ПН (СПН). В целях наиболее полного описания всех существенных свойств был разработан алгоритм синтеза СПН МЦОД, использующий методы ГВ и позволяющий учитывать зашумленность исходных данных о техническом состоянии МЦОД.

С целью обеспечения совместного анализа различных по физическому смыслу и по классу случайных процессов, учета зашумленной информации о состоянии ПН, сформулирована унифицированная модель отклонений ПН МЦОД на базе управляемых цепей Маркова в виде разностных стохастических уравнений. Модель представлена двумя уравнениями состояний и одним уравнением наблюдений. Это, по сути, вероятностно-временная модель процесса смены состояний показателей надежности МЦОД (в виде их отклонений от требуемых значений) которая, в отличие от известных моделей, позволяет в динамике прогнозировать процесс изменения надежностных характеристик объекта с учетом зашумленных (недостовверных, неопределенных, нечетких) исходных данных [4].

На этой базе создана методика проактивного оценивания надежности МЦОД, которая состоит из шести этапов, и включают в себя: сбор (с использованием математической модели или на основе данных датчиков наблюдения МЦОД) статистических данных о значениях ПН на этапе моделирования; оптимальная экстраполяция значений отклонений ПН МЦОД наблюдаемого (прогнозируемого) процесса; формиро-

вание оценочных значений частных (векторных) ПН на основе оценочных значений их компонент; идентификация параметров условных по наблюдениям плотностей распределения вероятностей (ПРВ) значений отклонений частных (векторных) ПН (безаварийности, долговечности и восстанавливаемости) использованием оценок их моментов; определение каждого конкретного частного (векторного) ПН (безаварийности, долговечности и восстанавливаемости) и, наконец, определение обобщенного ПН МЦОД [5].

Получены результаты вычислительного эксперимента – зависимости пошаговых оценок индикаторов состояний процесса смены состояний ПН МЦОД от шага функционирования, которые показывают состояние системы с помощью показателя надежности МЦОД при различной температуре окружающей среды. Созданы аппаратно-программные решения по построению и использованию алгоритмов ПОН, которые позволяют должностному лицу прогнозировать вклад водимых управлений в общую надежность МЦОД для различных экстремальных условий эксплуатации на основе разработанной математической модели и методики.

Сформулированы и обоснованы методы и способы («рычаги») повышения технической надежности, ориентированные на резервирование, рациональную компоновку, упрочнение аппаратно-программных средств МЦОД.

#### ***Библиографический список:***

1. Докучаев В. А., Кальфа А. А., Маклачкова В. В. Архитектура центров обработки данных. М.: Горячая линия-Телеком, 2020. – 240 с.
2. Крюкова Е. С., Ткаченко В. В., Михайличенко А. В., Паращук И. Б. Вопросы оценки надежности современных систем хранения данных для мобильных дата-центров // Научные технологии в космических исследованиях Земли. 2021. Т. 13. № 5. С. 86–95.
3. Михайличенко А. В., Деркач А. Е., Паращук И. Б. Элементы линейной калмановской экстраполяции и гранулярных вычислений в приложении к задачам проактивного контроля надежности мобильных центров обработки данных // Прикаспийский журнал: Управление и высокие технологии. № 2 (62), 2023. С. 26–33.
4. Михайличенко А. В. Модель процесса смены состояний показателей надежности и информационной безопасности мобильных центров обработки данных // Вопросы оборонной техники. Научно технический журнал. Серия 16. Вып.169-170. 2022. С. 85–91.
5. Паращук И. Б., Михайличенко А. В. Прогнозирование аварийности мобильных центров обработки данных специального

назначения с использованием алгоритмов проактивного оценивания показателей технической надежности // Технологии. Инновации. Связь. Материалы научно-практической конференции. – СПб.: ВАС, 2023. С. 356–361.



УДК 004.056

**Е.К. Щелокова, студент**

*Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича*

## **ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛГОРИТМОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБЛАСТИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

### **Аннотация**

*Рассматриваются ограничения и риски, связанные с использованием алгоритмов искусственного интеллекта в области информационной безопасности.*

*Ключевые слова: алгоритм, большие данные, информационная безопасность, искусственный интеллект, машинное обучение.*

**E.K. Shchelokova, student**

**St. Petersburg State University of Telecommunications named after Prof. M.A. Bonch-Bruevich**

## **FEATURES OF USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE ALGORITHMS IN THE FIELD OF INFORMATION SECURITY**

### **Abstract**

*The limitations and risks associated with the use of artificial intelligence algorithms in the field of information security are considered.*

*Keywords: algorithm, big data, information security, artificial intelligence, machine learning.*

В рамках реализации стратегий цифровой трансформации наблюдается тенденция внедрения алгоритмов искусственного интеллекта в различные сферы деятельности, при этом существенно увеличиваются объемы подлежащих защите данных. Рассматриваются подходы к использованию технологий и алгоритмов машинного обучения и искусственного интеллекта для обработки больших данных, автоматизации процессов обеспечения информационной безопасности информационных ресурсов органов государственной власти и организаций, в том числе обнаружения, предупреждения и ликвидации последствий реализации компьютерных атак, а также реагирования на компьютерные инциденты [1-7].

Использование алгоритмов искусственного интеллекта для решения указанных задач характеризуется определенными ограничениями и рисками, которые связаны с особенностями взаимодействия искусственного интеллекта с человеком при реализации алгоритмов машин-

ного обучения, обработкой больших объемов неупорядоченных данных, и возникают вследствие разнообразия сценариев указанного взаимодействия [8, 9]

Обучение моделей, использующих алгоритмы искусственного интеллекта, требует значительного объема вычислительных ресурсов, высокого уровня экспертизы принимаемых решений, глубоких знаний в области статистики и теории алгоритмов [10].

Наличие аномальных событий также может оказать влияние на результаты машинного обучения, а алгоритмы с использованием искусственного интеллекта должны обладать способностью отделять вредоносные данные от реальных аномальных событий [10, 11].

Рассматриваются подходы к решению проблем, возникающих при использовании алгоритмов искусственного интеллекта в рамках реализации стратегий цифровой трансформации, которые позволят повысить степень защищенности систем информационной безопасности информационных ресурсов органов государственной власти и организаций, использующих механизмы машинного обучения и алгоритмы искусственного интеллекта [11].

#### ***Библиографический список:***

1. Указ Президента Российской Федерации от 9 мая 2017 г. № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы».
2. О разработке стратегий цифровой трансформации. Поручения Президента Российской Федерации от 31 декабря 2020 г. № Пр-2242.
3. Протокол заседания Правительственной комиссии по модернизации экономики и инновационному развитию России от 22 октября 2018 г. № 2.
4. Протокол заседания Межведомственной комиссии по технологическому развитию при Правительственной комиссии по модернизации экономики и инновационному развитию России от 25 октября 2019 г. №34-Д01.
5. Концепция развития регулирования отношений в сфере технологий искусственного интеллекта и робототехники до 2024 года. Утверждена Распоряжением Правительства Российской Федерации от 19.08.2020 N 2129-р.
6. Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 года. Утверждена Указом Президента Российской Федерации от 10 октября 2019 г. № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации».

7. Федеральный проект «Искусственный интеллект». Утвержден 27 августа 2020 г. президиумом правительственной комиссии по цифровому развитию под руководством вице-премьера Д.Чернышенко.

8. Чيو К., Фримэн Д. Машинное обучение и безопасность / пер. с англ. А.В. Снастина. – М.: ДМК Пресс, 2020. – 388 с.

9. Amodei, Dario, Chris Olah, Paul Christiano Конкретные проблемы в области безопасности искусственного интеллекта / arXiv preprint arXiv : 1606.06565 (2016).

10. Marco Barreno Blaine Nelson Anthony D. Joseph Безопасность машинного обучения / Published online: 20 May 2010 © The Author(s) 2010. This article is published with open access at Springerlink.com.

11. Артамонов В.А. Артамонова Е.В. Искусственный интеллект и безопасность: проблемы, заблуждения, реальность и будущее / Россия: тенденции и перспективы развития – 2022. С. 585-593.

УДК 004.056

**В.С. Сторожик, к.т.н., доцент, специалист**

*Арктический и антарктический научно-исследовательский институт,  
Санкт-Петербург*

**РЕАЛИЗАЦИЯ ТРЕБОВАНИЙ О ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ МЕРАХ  
ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ  
РЕСУРСОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Аннотация**

*Рассматриваются нормативные правовые акты и методические документы, определяющие особенности реализации требований, установленных Указом Президента Российской Федерации от 1 мая 2022 г. № 250 «О дополнительных мерах по обеспечению информационной безопасности Российской Федерации».*

*Ключевые слова: безопасность, защита, защищенность, информация, ресурс, атака, инцидент, мониторинг, угроза, уровень.*

**V.S. Storozhik, Ph.D., Associate Professor, specialist**

*Arctic and Antarctic Research Institute, St. Petersburg*

**IMPLEMENTATION OF THE REQUIREMENTS FOR ADDITIONAL  
MEASURES TO ENSURE THE SECURITY OF INFORMATION RE-  
SOURCES OF THE RUSSIAN FEDERATION**

**Abstract**

*The normative legal acts and methodological documents defining the specifics of the implementation of the requirements established by the Decree of the President of the Russian Federation No. 250 dated May 1, 2022 "On additional measures to ensure information security of the Russian Federation" are considered.*

*Key words: security, protection, security, information, resource, attack, incident, monitoring, threat, level.*

В Стратегии национальной безопасности Российской Федерации отмечено, что увеличивается количество компьютерных атак на российские информационные ресурсы. Большая часть таких атак осуществляется с территорий иностранных государств. Использование иностранных информационных технологий и телекоммуникационного оборудования повышает уязвимость объектов критической информационной инфраструктуры (КИИ) [1].

В Доктрине информационной безопасности Российской Федерации к основным национальным интересам в информационной сфере отнесено обеспечение устойчивого и бесперебойного функционирования КИИ в условиях проведения компьютерных атак [2].

В целях дальнейшего повышения устойчивости и безопасности функционирования информационных ресурсов Российской Федерации Указом Президента Российской Федерации от 1 мая 2022 г. № 250 руководителям субъектов КИИ предписано обеспечивать незамедлительную реализацию организационных и технических мер, решения о необходимости осуществления которых принимаются Федеральной службой безопасности Российской Федерации (ФСБ России) и Федеральной службой по техническому и экспортному контролю (ФСТЭК России) и направляются на регулярной основе в органы (организации) - субъекты КИИ с учетом меняющихся угроз в информационной сфере [3, 4].

В рамках Федерального закона от 26 июля 2017 г. № 187-ФЗ совершенствуется нормативно-правовое обеспечение реализации требований о дополнительных мерах по обеспечению безопасности КИИ [5].

Постановлениями Правительства Российской Федерации от 19 августа 2022 г. № 1463 и от 20 декабря 2022 г. № 2360 внесены изменения в Правила категорирования объектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации [6], которые направлены на формирование перечней типовых отраслевых объектов КИИ, уточнение порядка проведения мониторинга актуальности и достоверности сведений об объектах КИИ государственными органами и российским юридическими лицами, выполняющими функции по разработке, проведению или реализации государственной политики и (или) нормативно-правовому регулированию в установленной сфере деятельности [7, 8], по согласованию с ФСТЭК России [9], а также изменены показатели критериев значимости по доступу к государственной услуге, показатели экономической значимости и показатели государственного оборонного заказа [7, 8].

Федеральным законом от 19 декабря 2022 г. № 518-ФЗ [9] внесены изменения в статью 19.7.<sup>15</sup> Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях, направленные на усиление ответственности должностных и юридических лиц за нарушение законодательства в области обеспечения безопасности КИИ [10].

В рамках полномочий ФСТЭК России [11] утверждены: требования по безопасности информации к средствам контейнеризации [12];

изменения в Положение о системе сертификации средств защиты информации, утвержденное приказом ФСТЭК России от 3 апреля 2018 г. № 55 [13];

изменения в Требования по безопасности информации, устанавливающие уровни доверия к средствам технической защиты информации и средствам обеспечения безопасности информационных технологий, утвержденные приказом ФСТЭК России от 2 июня 2020 г. № 76 [14];

требования по безопасности информации к средствам виртуализации [15];

методика тестирования обновлений безопасности программных, программно-аппаратных средств [16];

методика оценки уровня критичности уязвимостей программных, программно-аппаратных средств [17].

В соответствии с требованиями пункта 5 Указа Президента Российской Федерации № 250 в рамках полномочий ФСБ России:

определен 3-годовой переходный период приказом ФСБ России от 1 ноября 2022 г. № 543 [18];

утверждены требования о защите информации, содержащейся в государственных информационных системах, с использованием шифровальных (криптографических) средств [19];

утвержден порядок осуществления мониторинга защищенности информационных ресурсов [20];

разрабатываются проекты Положения об аккредитации центров государственной системы обнаружения, предупреждения и ликвидации последствий компьютерных атак на информационные ресурсы Российской Федерации (ГосСОПКА) и Требований к центрам ГосСОПКА.

### ***Библиографический список:***

1. Стратегия национальной безопасности Российской Федерации (утв. Указом Президента Российской Федерации от 2 июля 2021 г. № 400).

2. Доктрина информационной безопасности Российской Федерации (утв. Указом Президента Российской Федерации от 5 декабря 2016 г. № 646).

3. О дополнительных мерах по обеспечению информационной безопасности Российской Федерации (утв. Указом Президента Российской Федерации от 1 мая 2022 г. № 250).

4. Информационное сообщение ФСТЭК России от 24 марта 2022 г. № 240/22/1549 «О мерах по повышению защищенности информационной инфраструктуры».

5. Федеральный закон от 26 июня 2017 г. N 187-ФЗ «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации».

6. Постановление Правительства Российской Федерации от 8 февраля 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».

7. Постановление Правительства Российской Федерации от 19 августа 2022 г. № 1463 «О внесении изменения в Правила категорирования объектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации».

8. Постановление Правительства Российской Федерации от 20 декабря 2022 г. № 2360 «О внесении изменения в Правила категорирования объектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации».

9. Федеральный закон от 19 декабря 2022 г. № 518-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

10. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях. Федеральный закон от 30 декабря 2001 г. № 195-ФЗ.

11. Указ Президента РФ от 16 августа 2004 г. N 1085 «Вопросы Федеральной службы по техническому и экспортному контролю» (с изменениями и дополнениями).

12. Приказ ФСТЭК России от 4 июля 2022 г. № 118 «Об утверждении Требований по безопасности информации к средствам контейнеризации».

13. Приказ ФСТЭК России от 19 сентября 2022 г. № 172 «О внесении изменений в Положение о системе сертификации средств защиты информации, утвержденное приказом ФСТЭК России от 3 апреля 2018 г. № 55».

14. Приказ ФСТЭК России от 18 апреля 2022 г. № 68 «О внесении изменений в Требования по безопасности информации, устанавливающие уровни доверия к средствам технической защиты информации и средствам обеспечения безопасности информационных технологий, утвержденные приказом ФСТЭК России от 2 июня 2020 г. № 76».

15. Приказ ФСТЭК России от 27 октября 2022 г. № 187 «Об утверждении Требований по безопасности информации к средствам виртуализации».

16. Методический документ. Методика тестирования обновлений безопасности программных, программно-аппаратных средств. Утвержден ФСТЭК России 28 октября 2022 г.

17. Методический документ. Методика оценки уровня критичности уязвимостей программных, программно-аппаратных средств. Утвержден ФСТЭК России 28 октября 2022 г.

18. Приказ ФСБ России от 01 ноября 2022 г. № 543 «Об определении переходного периода, предусмотренного подпунктом «б» пункта 5 Указа Президента Российской Федерации от 1 мая 2022 г. № 250».

19. Приказ ФСБ России от 24 октября 2022 г. № 524 «Об утверждении требований о защите информации, содержащейся в государственных информационных системах, с использованием шифровальных (криптографических) средств».

20. Приказ ФСБ России от 11 мая 2023 г. № 213 «Об утверждении порядка осуществления мониторинга защищенности информационных ресурсов, принадлежащих федеральным органам исполнительной власти, высшим исполнительным органам государственной власти субъектов Российской Федерации, государственным фондам, государственным корпорациям (компаниям), иным организациям, созданным на основании федеральных законов, стратегическим предприятиям, стратегическим акционерным обществам и системообразующим организациям российской экономики, юридическим лицам, являющимся субъектами критической информационной инфраструктуры Российской Федерации».



УДК 004.94

**С.И.Тигров, студент, 1 курс магистратура СевГУ**

**Ю.В.Доронина, д.т.н, доцент, профессор кафедры ИТиКС СевГУ**

*Севастопольский государственный университет*

*ул. Университетская 33, г. Севастополь, Россия, 299053*

**ИССЛЕДОВАНИЕ КВАЛИМЕТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГИБРИДНОЙ МУЛЬТИМОДЕЛИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ БЕСПИЛОТНОГО ОБЪЕКТА**

**Аннотация**

*Исследование гибридной мультимодели функционирования беспилотного объекта, основанной на непрерывных цепях Маркова и системе дифференциальных уравнений Колмогорова. Основной целью исследования является изучение квалиметрических свойств модели, таких как оценка качества, адекватность, эффективность, стат. устойчивость и другие параметры для прогнозирования возможной ситуации при работе БПЛА.*

*Ключевые слова: аналитическое моделирование, квалиметрия, мультимодель, цепь Маркова, БПЛА.*

**S.I.Tigrov, 1st year Master's degree student at SevSU**

**Yu.V.Doronina, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of ITiCS at SevSU**

**Sevastopol State University, 33 Universitetskaya St., Sevastopol, Russia, 299053**

**INVESTIGATION OF QUALIMETRIC PROPERTIES OF A HYBRID MULTIMODEL OF THE FUNCTIONING OF A PILOT-FREE FACILITY**

**Abstract**

*The study of a hybrid multimodel of the functioning of an unmanned object based on continuous Markov chains and a system of Kolmogorov differential equations. The main purpose of the study is to study the qualimetric properties of the model, such as quality assessment, adequacy, effectiveness, and statistics. stability and other parameters for predicting a possible situation during the operation of the UAV.*

Целью исследования является построение нескольких моделей функционирования беспилотного объекта и изучение квалиметрических свойств этих моделей, для прогнозирования возможной ситуации при работе БПЛА.

Объектом исследования является гибридная мультимодель беспилотного летательного аппарата. Это совокупность моделей, которые

описывают различные аспекты функционирования беспилотного объекта в гибридной форме (сочетание имитационного и аналитического видов моделирования).

Предметом исследования являются квалиметрические свойства гибридной мультимодели. Квалиметрические свойства – совокупность свойств модели, обуславливающих её пригодность для использования по назначению. К таким свойствам относятся: оценка качества, адекватность, эффективность, стат. устойчивость и другие параметры мультимодели, применяемой для анализа, проектирования и оптимизации работы беспилотного объекта.

Задачи:

1. Анализ существующих методов моделирования и средств реализации;
2. Анализ объекта исследования;
3. Выбор и описание метода исследования;
4. Реализация метода;
5. Прогнозирование возможной ситуации при работе БПЛА, на основе проведённого исследования.

Методы исследования:

В рамках исследования квалиметрических свойств гибридной мультимодели функционирования беспилотного объекта применяются математические методы, основанные на теории непрерывных цепей Маркова и системе дифференциальных уравнений Колмогорова. Для реализации и анализа модели используются современные программные средства, такие как MATLAB/Simulink, Mathcad и AnyLogic, обеспечивающие комплексный подход к решению поставленных задач.

Непрерывная цепь Маркова позволяет описать вероятностные переходы между различными состояниями беспилотного объекта в непрерывном времени. Эта методология обеспечивает моделирование процессов с учетом стохастической природы внешних воздействий, таких как сбои, изменение внешних условий или особенности среды. Для описания эволюции вероятностей состояний системы используется система дифференциальных уравнений Колмогорова, которая устанавливает взаимосвязь между скоростями изменения вероятностей и интенсивностями переходов между состояниями. Этот подход позволяет описать динамическую структуру модели и проводить оценку устойчивости, надежности и адаптивности системы.

Предполагаемые разделы:

1. Введение. В данном разделе необходимо описать актуальность исследования, обоснование выбора темы, цель и задачи исследования,

объект и предмет исследования, методологическую основу и используемые инструменты;

2. Обзор теоретических основ. В данном разделе приводится современное состояние исследований в области гибридных мультимodelей и квалиметрии и особенности моделирования беспилотных объектов;

3. Постановка задачи. В данном разделе необходимо описать анализ функциональных требований к мультимodelи, определение ключевых квалиметрических свойств, выбор подходов и структуры гибридной мультимodelи;

4. Методологические основы исследования. В данном разделе необходимо описать применение непрерывных цепей Маркова для описания состояний беспилотного объекта, особенности построения системы дифференциальных уравнений Колмогорова и подходы к моделированию;

5. Реализация метода. В данном разделе необходимо реализовать модель в различных программных средах таких как: MATLAB/Simulink, Mathcad и AnyLogic и получить численные и графические результаты;

6. Анализ результатов исследования. В данном разделе необходимо провести оценку качества модели и квалиметрическую оценку параметров мультимodelи, а также провести сравнительный анализ результатов, полученных в разных программных средах;

7. Заключение;

8. Библиографический список.

Предполагаемые выводы:

Исходя из результатов численных экспериментов можно будет сделать вывод о том какими свойствами обладает мультимodelь. Будут выявлены области параметров, обеспечивающие устойчивое и эффективное функционирование объекта. Проведённый квалиметрический анализ поможет прогнозировать поведение системы, анализировать риски и повысить надёжность функционирования БПЛА.

### ***Библиографический список:***

1. Сорокин А. С. Аналитическое представление решения системы уравнений Колмогорова (оценка качества системы) // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2005. С. 88-91;

2. Skatkov, A. V. Model for vulnerabilities detection in unmanned vehicle interfaces based on artificial immune systems / A. V. Skatkov, D. V. Moiseev, A. A. Bryukhovetskiy // JOP Conference Series: Metrological Sup-

port of Innovative Technologies, Krasnoyarsk, 04 марта 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 1515. – Krasnoyarsk, Russia: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 22043. – DOI 10.1088/1742-6596/1515/2/022043.

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МОРЕХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

УДК 338.4

**А. В. Митько<sup>1</sup>**, президент, доц., канд. техн. наук,

**В. К. Сидоров<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Арктическая общественная академия наук*

*Искровский пр-т 22 офис 175, г. Санкт-Петербург, Россия, 193168*

<sup>1</sup>*Всероссийский научно-исследовательской институт метрологии имени Д.И. Менделеева*

*Московский пр-т 19, г. Санкт-Петербург, Россия, 190005*

<sup>1</sup>*Северо-Западный институт управления РАНХ и ГС*

*Средний проспект В.О., д. 57/43, г. Санкт-Петербург, Россия, 199178*

<sup>1</sup>*Санкт-Петербургский государственный университет*

*Университетская набережная, д. 7/9, г. Санкт-Петербург, Россия, 199034*

*e-mail: amitko@arctic-as.ru*

<sup>2</sup>*Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России*

*Московский пр-т 149, г. Санкт-Петербург, Россия, 196105*

*e-mail: hamradio-spb@yandex.ru*

### ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТРАНСПОРТНО- ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ В РОССИЙСКОЙ АРКТИКЕ

#### **Аннотация**

*Процесс автоматизации и роботизации, а в ближайшем будущем использование искусственного интеллекта, становится реальностью, и в России, впереди других регионов по их внедрению вполне способны выступить арктические, а также акватория Северного морского пути. Для Северного морского пути и для геологоразведки на арктическом шельфе появление аппаратов, функционирующих без участия человека, означает увеличение эффективности, повышение безопасности и в перспективе снижение затрат на основную деятельность. Развивая технологии искусственного интеллекта, возможно изменить структуру экспорта из России к продаже высокотехнологичных изделий с высокой добавленной стоимостью.*

*Ключевые слова: Арктика, транспорт, искусственный интеллект, Северный морской путь, беспилотные летательные аппараты, робототехника.*

**A. Mitko<sup>1</sup>, V. Sidorov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Arctic Public Academy of Sciences*

*Iskrovskij pr., 22, office 175, Saint-Petersburg, Russia, 193168*

<sup>1</sup>D. I. Mendeleev All-Russian research institute of metrology  
Moskovskij pr., 19, Saint-Petersburg, Russia, 190005

<sup>1</sup>Northwestern Institute of Management RANE and PA  
Sredny prospect V.O., 57/43, St. Petersburg, Russia, 199178

<sup>1</sup>Saint Petersburg State University  
Universitetskaya Emb., 7/9, Saint Petersburg, Russia, 199034  
e-mail: amitko@arctic-as.ru

<sup>2</sup>Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia  
Moskovskij pr., 149, Saint-Petersburg, Russia, 196105  
e-mail: hamradio-spb@yandex.ru

## **INFORMATION SUPPORT FOR TRANSPORT AND LOGISTICS TASKS IN THE RUSSIAN ARCTIC**

### **Abstract**

*The process of automation and robotization, and in the near future the use of artificial intelligence, is becoming a reality, and in Russia, the Arctic regions, as well as the waters of the Northern Sea Route, are quite capable of being ahead of other regions in their implementation. For the Northern Sea Route and for geological exploration on the Arctic shelf, the appearance of devices that operate without human intervention means increased efficiency, increased safety and, in the long term, a reduction in the costs of core activities. By developing artificial intelligence technologies, it is possible to change the structure of exports from Russia to the sale of high-tech products with high added value.*

*Key words: Arctic, transport, artificial intelligence, Northern Sea Route, unmanned aerial vehicles, robotics.*

### **Введение**

В последние годы сразу несколько различных российских ведомств и научных центров заявили о том, что планируют или готовы создать полностью автоматизированные транспортные средства и логистические решения для использования в Арктике [1].

В первую очередь речь идет о применении беспилотных технологий в логистике, разведке и добыче природных ресурсов, науке и туризме. Компании и жители Крайнего Севера смогут быстро доставлять и получать грузы, а ученые исследовать изменение климата и миграцию животных с воздуха. С помощью дронов можно найти пропавшую экспедицию и оказать ей экстренную помощь, патрулировать трубопроводы, наблюдать за разработкой месторождения, проводить аэрофотосъемки и мониторинга с воздуха.

## **Транспорт и логистика в современной Арктике**

Задачу создать универсальную технологию роботизации летательных аппаратов для коммерческих грузоперевозок в Арктике и на Дальнем Востоке поставили в Центре перспективных исследований группы «Кронштадт». Транспортную беспилотную авиационную систему (Т-БАС) создают в рамках национальной технологической инициативы «Аэронет». О пассажирских роботизированных самолетах и вертолетах речь пока не идет. Таким «беспилотником» может стать любой небольшой самолет для региональных перевозок, например, ТВС-2-ДТС, разработанный СибНИА имени С.А.Чаплыгина на замену Ан-2. Роботизированный вариант самолета не потребует существенных переделок в конструкции планера, шасси или системы управления. Самолет будет дооснащен дополнительным бортовым оборудованием, обеспечивающим автоматическое управление и установлена станция «внешнего пилота». Термин «беспилотный» в данном случае достаточно условный – экипаж воздушного судна будет находиться на земле и контролировать полет со станции «внешнего пилота». Демонстрационный проект можно выполнить в рамках действующего воздушного законодательства, для полноценного коммерческого развертывания Т-БАС потребуются изменение нормативно-правовой базы. Такая работа уже ведется. Станция «внешнего пилота» необязательно должна располагаться на аэродромах взлета. Первый экспериментальный самолет-беспилотник планируют поднять в воздух в самом ближайшем будущем [2].

Другим направлением в транспортном обеспечении Арктического региона и других удаленных районов Российской Федерации является проектирование и производство тяжелого беспилотного воздушного судна (далее БВС). Инициатором проекта является АО НПО «ОКБ им. М.П. Симонова» из Казани [3]. Тяжелые беспилотники для Арктики могут использоваться как многозадачные элементы двойного назначения. Спектр их применения практически не ограничен. В настоящее время ОКБ разрабатывает Комплексный инвестиционный проект по созданию беспилотных воздушных судов тяжелого класса для воздушного мониторинга протяженной инфраструктуры арктического и других регионов. Основное назначение комплекса БВС «Альтаир» тяжелого класса – многоспектральный воздушный мониторинг, информационное обеспечение поиска и спасания, доставка грузов (дропзонды, спасательные средства, радиомаяки и т.д.). В России отсутствуют аналоги создаваемого БВС. Проект направлен на формирование рынка за счет технических и экономических конкурентных преимуществ, которые достигаются благодаря применению прогрессивных технологий и соответствует дорожной карте «АэроНет». Подобная беспилотная система

апробирована, выполнены успешные полеты. Облик БВС, его основные массогабаритные и летно-технические характеристики были сформированы, исходя из следующих условий технико-экономической эффективности применения и конкурентных преимуществ:

- первое условие – обеспечение непрерывного и всепогодного мониторинга (полеты в любое время суток и любое время года, в любых климатических зонах, в т.ч. в Арктическом регионе), а также применение на высотах со стабильной атмосферой. Для этого определена продолжительность полета не менее 36 ч и высота полета – 12 км;

- второе условие – обеспечение высокой производительности мониторинга за счет дальности полета до 10 тыс. км и больших высот полета;

- третье условие – обеспечение многоспектрального мониторинга с передачей данных в реальном масштабе времени, а также обеспечение доставки грузов (спасательных средств, радиомаяков и др.) в качестве подвесного оборудования. И в перспективе грузовые дроны сократят издержки и время на доставку посылок с «материка». На борту БВС должны размещаться: оптико-электронная система видимого и инфракрасного диапазонов, радиолокационная система высокого разрешения, аэрофотоаппарат, радиотехнические средства для пеленга и определения местоположения сигналов, спутниковый канал, аппаратура ретрансляции и т.д. Для этого грузоподъемность БВС определена до 2 т (взлетная масса – более 7 т.);

- четвертое условие – наличие соответствующего оборудования для обеспечения условий безопасного полета, сертификационного базиса и допуска в общее воздушное пространство.

Проект по созданию комплекса БВС «Альтаир» получил поддержку Арктического Совета, а также был включен в Каталог высокотехнологичной промышленной продукции и услуг для нужд Арктической зоны РФ.

В ЗАО ЦНИИ «Волна» предлагают проект для воздушной разведки на трассе Северного морского пути (далее Севморпути) с использованием беспилотного авиационного комплекса дальнего радиолокационно-оптического обнаружения (далее БАК ДРЛО). Использование искусственного интеллекта в БАК ДРЛО позволит проводить в режиме реального времени мониторинг гидрометеорологической, ледовой и навигационной обстановки в акватории Севморпути, повысить точность картографирования маршрутов ледоколов и судов, точность карт ледовой обстановки и суточной гидрометинформации, синоптического прогноза и гидрометбюллетеня [4]. В настоящее время, с учетом труднодоступности и малонаселенности мест в Арктической зоне, Россия не



имеет постоянных мониторинговых комплексов, способных оперативно провести мониторинг ледовой обстановки по всей трассе Севморпути. Мониторинг гидрометеорологической, ледовой и навигационной обстановки в акватории Севморпути с применением беспилотных авиационных комплексов, является актуальной задачей. БПЛА БАК ДРЛО имеет возможность осуществлять геофизический мониторинг по всей протяженности Северного морского пути, производить точное картографирование маршрутов для ледоколов и судов, при этом имеют возможность базирования на борту ледокола в качестве бортового ледового разведчика. БАК ДРЛО имеет возможность передачи в режиме реального времени навигационной и гидрометинформации используемой для составления карт ледовой обстановки, суточной гидрометинформации, синоптического прогноза и недельного гидрометбюллетеня.

В целом беспилотные летающие аппараты с элементами искусственного интеллекта – одни из наиболее часто встречающихся отечественных разработок. Но выход беспилотников на рынок арктического региона возможен только через несколько лет, когда будут урегулированы все нормативные и правовые акты. В настоящее время нормы Международной организации гражданской авиации (далее ИКАО) требуют, чтобы под управлением одного наземного «пилота» находилось не более одного беспилотника. При этом каждый наземный «пилот» должен пройти соответствующее обучение и стажировку. Для этого необходимо включить создание государственной Концепции использования робототехники и беспилотников в Арктической зоне РФ в повестку дня Государственной Думы РФ, а также определить, какое ведомство будет ответственным за ее реализацию и претворению в жизнь. Только тогда в Арктической зоне РФ будут определено место и роль для всех комплексов беспилотников [5].

Прогнозное развитие увеличения перевозок по Севморпути заставляет ставить новые задачи в навигации и судовождении. Ученые Российского федерального ядерного центра – Всероссийского научно-исследовательского института экспериментальной физики Государственной корпорации «Росатом» ведут разработку цифровой модели безэкипажного судна, которое поможет повысить эффективность и безопасность морских перевозок в Арктике. Большие просторы Арктики и малочисленность населения в прибрежных районах, а также относительно небольшая загруженность Севморпути, даже с учетом ее повышения до 50 млн т, позволяющая проводить караваны судов или отдельные суда с достаточно большими интервалами, делает более безопасным прохож-

дение роботизированных судов при возникновении нештатных ситуаций, ведь по статистике от 60 до 80% инцидентов с плавучими средствами происходят по вине экипажа [6].

### **Заключение**

В советское время было предложено большое количество откровенно фантастических проектов освоения Арктики и Крайнего Севера. Арктические пространства представлялись территориями с обширными садами под искусственными солнцами, по морям должны были плавать гигантские танколедоколы, грузы, и пассажиров доставлять стратопланы, а города накрываться стеклянными куполами [7]. Существовала также и задача транспортного освоения Европейского Севера и Сибири, вовлечение этих регионов в единую транспортную систему Советского Союза. Инженеры и энтузиасты разрабатывали проекты, предполагавшие создание наземных и воздушных широтных транспортных коридоров, интегрированных в единую систему сообщения речных и морских путей. Сегодня можно вернуться к реализации таких проектов, но с учетом экологических требований и самых современных технологий, в том числе используя искусственный интеллект. Необходимо начать подготовку федеральной законодательной базы для развития комплексных интеллектуальных технологий, систем, сетей для территорий Арктической зоны РФ, предложить федеральным органам власти включить институциональное развитие искусственного интеллекта в Государственную программу по развитию Арктики и в ФЗ «Об Арктической зоне РФ». Приоритетное направление усилий – научные исследования и инновационная деятельность в Арктической зоне России. Именно это будет определять сохранение Россией контроля над Арктикой в будущем.

### ***Библиографический список:***

1. Шимберг, А. Роботы захватят Арктику? // ИА REGNUM. 28.04.2018. URL: <https://regnum.ru/news/2409600.html> (дата обращения: 15.08.2024).
2. «Кронштадт» высказал намерение разработать БЛА для гражданских задач // АвиаПорт.ру. 28.11.2017. URL: <https://www.aviaport.ru/news/502741> (дата обращения: 15.08.2024).
3. Красильникова, Ю. Искусственный интеллект займется российской промышленностью // Хайтек. 03.06.2017. URL: <https://hightech.fm/2017/06/03/Nikitin> (дата обращения: 15.08.2024).
4. Сайт проекта Airborne Warning and Control System Unmanned Aerial Vehicle (AWACS UAV) URL: <http://rimco.ru/> (дата обращения: 15.08.2024).

5. Вертолеты России: Активное применение БПЛА в Арктике может начаться в течение двух лет // Aviation Explorer. 05.12.2017. URL: <https://www.aex.ru/news/2017/12/5/178623/> (дата обращения: 15.08.2024).

6. В «Росатоме» создают цифровую модель безэкипажного судна для Арктики // РИА Новости. 03.03.2020. URL: <https://ria.ru/atomtec/20180405/1517956613.html> (дата обращения: 15.08.2024).

7. Филин, П., Емелина, М.А., Савинов, М.А. Арктика за гранью фантастики. Будущее Севера глазами советских инженеров, изобретателей и писателей. – М.: Paulsen. – 2018.

УДК 622

**А. В. Митько<sup>1</sup>**, президент, доц., канд. техн. наук,

**В. К. Сидоров<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Арктическая общественная академия наук

Искровский пр-т 22 офис 175, г. Санкт-Петербург, Россия, 193168

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии имени Д.И. Менделеева

Московский пр-т 19, г. Санкт-Петербург, Россия, 190005

<sup>1</sup>Северо-Западный институт управления РАНХ и ГС

Средний проспект В.О., д. 57/43, г. Санкт-Петербург, Россия, 199178

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный университет

Университетская набережная, д. 7/9, г. Санкт-Петербург, Россия, 199034

e-mail: amitko@arctic-as.ru

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Московский пр-т 149, г. Санкт-Петербург, Россия, 196105

e-mail: hamradio-spb@yandex.ru

## **ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ СПАСАТЕЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ В АРКТИКЕ**

### **Аннотация**

С каждым днем искусственный интеллект все глубже занимает все сферы нашей жизни. Но особенно важно понимать то, что сложная территория Арктики становится новым плацдармом испытаний технологий искусственного интеллекта, направленных на выполнение задач по ликвидации чрезвычайных ситуаций и спасения людей. Кроме этого, искусственный интеллект помогает сделать жизнь людей на Крайнем Севере комфортней и безопасней.

Ключевые слова: Арктика, искусственный интеллект, новые технологии, спасатели, беспилотные летательные аппараты, робототехника.

**A. Mitko<sup>1</sup>, V. Sidorov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Arctic Public Academy of Sciences

Iskrovskij pr., 22, office 175, Saint-Petersburg, Russia, 193168

<sup>1</sup>D. I. Mendeleev All-Russian research institute of metrology

Moskovskij pr., 19, Saint-Petersburg, Russia, 190005

<sup>1</sup>Northwestern Institute of Management RANE and PA

Sredny prospect V.O., 57/43, St. Petersburg, Russia, 199178

<sup>1</sup>Saint Petersburg State University

Universitetskaya Emb., 7/9, Saint Petersburg, Russia, 199034

e-mail: amitko@arctic-as.ru

<sup>2</sup>Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia  
Moskovskij pr., 149, Saint-Petersburg, Russia, 196105

e-mail: hamradio-spb@yandex.ru

## **THE MAIN DIRECTIONS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE DEVELOPMENT IN PROVIDING RESCUE OPERATIONS IN THE ARCTIC**

### **Abstract**

*Every day, artificial intelligence is increasingly taking over all areas of our lives. But it is especially important to understand that the complex Arctic territory is becoming a new testing ground for artificial intelligence technologies aimed at performing tasks to eliminate emergency situations and save people. In addition, artificial intelligence helps make people's lives in the Far North more comfortable and safer.*

*Key words: Arctic, artificial intelligence, new technologies, rescuers, unmanned aerial vehicles, robotics.*

### **Введение**

Исследования в сфере искусственного интеллекта вошли в число приоритетов государственной политики, и именно поэтому в центре внимания оказались отечественные или совместные с зарубежными учёными или практиками разработки интеллектуальных систем и систем искусственного интеллекта. Со страниц средств массовой информации можно узнать о самых передовых зарубежных достижениях, однако и в России существует достаточное количество проектов и уже готовых решений по внедрению искусственного интеллекта в практическое хозяйствование. Количество определений того, что же такое искусственный интеллект, приближается к нескольким десяткам. Предлагается считать, что искусственный интеллект – это научная дисциплина, занимающаяся моделированием разумного поведения [1].

### **Технологии спасения на базе искусственного интеллекта в Арктике**

Необходимо отметить, что в России, равно как и в мировой практике, применение искусственного интеллекта за Полярным кругом до настоящего времени весьма ограничено. Это относится в полной мере к США, Канаде, Норвегии. Также практически отсутствуют системные аналитические работы по возможностям разработки и применения систем искусственного интеллекта для потребностей в Арктике с учётом особых климатических условий и ведения хозяйственной деятельности.

Международные эксперты сходятся во мнении, что к 2030 г. масштабные системы искусственного интеллекта, начиная от умных машин, беспилотного транспорта и роботизированных заводов до умных

городских систем и устойчивых производственных комплексов, станут массовым явлением в мировой практике [2].

Практически все эксперты, участвующие в опросе, указали большой потенциал искусственного интеллекта в поиске и спасении людей в Арктике и субарктических регионах. Отрадно, что в России полным ходом идет разработка таких уникальных по мировым стандартам систем.

Предполагается, что, в самое ближайшее время, спасательными работами в Арктике займутся группы роботов. Они смогут оказывать помощь отрезанным от внешнего мира и терпящим бедствие нефтяникам, газовиками полярным экспедициям. Воздушные и наземные дроны, объединенные с помощью искусственного интеллекта, смогут при минимальном вмешательстве операторов найти и эвакуировать пострадавших. Такая необычная служба спасения, основанная на роботах, дронах и искусственном интеллекте, – совместная разработка МЧС России и Центрального научно-исследовательского и опытно – конструкторского института робототехники и технической кибернетики. Предполагается использовать два типа роботов – воздушных и наземных. Группа небольших БПЛА должна определять координаты терпящих бедствие. Эти дроны будут вести навигационную разведку маршрута и в режиме реального времени создавать электронную карту местности. Наземный отряд в виде роботизированных платформ амфибийного типа займется поиском и транспортировкой терпящих бедствие. Планируется, что один дрон будет способен эвакуировать до двадцати человек. Сейчас разработчики определяют, какими должны быть эти аппараты: на гусеничном или шнекороторном ходу. На дальние расстояния дроны-спасатели будут перемещать самолетами, а поскольку на судне нет пилота, робот сможет выдержать даже «жесткое» десантирование с воздушного транспорта [3]. В настоящее время ученые создают сложный алгоритм, чтобы научить дроны действовать в группе. При этом электроника сможет корректировать полученные задания. Искусственный интеллект системы будет формироваться со строгой иерархией уровней управления. На самом верхнем из них находится человек-оператор, в исключительной ситуации управление на себя может взять один из роботов с большими вычислительными мощностями. Проект является уникальным и полезным с практической и с научной точки зрения. Технология группового управления дронами считается одной из самых перспективных в робототехнике.

Еще одна разработка российских ученых – дрон «Сигма». В отличие от аналогов, этот аппарат умеет вертикально взлетать и обладает искусственным интеллектом. На базе студенческого конструкторского

бюро Сибирского федерального университета группой студентов и преподавателей были созданы первые беспилотные аппараты, с их помощью разработчики стали оказывать услуги по аэрофотосъемке. В 2012 г. молодые специалисты и педагоги создали компанию, разработавшую линейку беспилотных летательных аппаратов. Первым серийным аппаратом была «Дельта», применяемая преимущественно для нужд геологии, затем – «Гамма», ставшая летающей лабораторией массой 50 кг. В комплекс управления беспилотниками внедрена нейросеть. Планируется, что система будет применяться и как поисково-спасательная, т.к. особенно актуальна «Сигма» именно для Арктики. Аппарат может находиться в воздухе шесть часов, является симбиозом самолета и квадрокоптера [4].

АО «Вертолеты России» в 2019 г. провело летные испытания беспилотного вертолета VRT-300 Arctic Supervision с радаром бокового обзора для ведения ледовой разведки и эксплуатации в условиях Арктики. А в 2021 г. начато его серийное производство. Вертолет VRT-300 также предназначен для предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, выполнения спасательных работ, мониторинга экологической обстановки и др. работ в Арктической зоне Российской Федерации. Предполагается, что широкое использование беспилотных летательных аппаратов для ледовой разведки, поиска пропавших людей и других целей в Арктике может начаться уже в самое ближайшее время. В настоящее время вертолет VRT-300 активно используется «Почтой России» для доставки почтовых грузов на территории Чукотского Автономного округа.

Понимают необходимость внедрения интеллектуальных систем спасения и в самих северных регионах. Частные беспилотники также могут в перспективе применяться для мониторинга объектов, представляющих потенциальную опасность.

### ***Библиографический список:***

1. Джемилева, А. Искусственный интеллект: краткая история, развитие, перспективы // Комьюнити. 05.08.2021. URL: <https://timeweb.com/ru/community/articles/chto-takoe-iskusstvennyy-intellekt> (дата обращения: 15.08.2024).

2. Персианов, К. В.В. Путин и Глобальный Искусственный Интеллект, или кто будет властелином мира // Конг. 02.12.2017. URL: <https://cont.ws/@ashacontws/784860> (дата обращения: 15.08.2024).

3. Круглов, А., Рамм, А. Роботы займутся спасением в Арктике // МИЦ Известия. 29.01.2018. URL: <https://iz.ru/699859/aleksandr-kruglov-aleksei-ramm/roboty-zaimutsia-spaseniem-v-arktike> (дата обращения:

15.08.2024).

4. Мармышев, А. Красноярские инженеры впервые наделили дрон искусственным интеллектом // ТАСС. 22.05.2017. URL: <http://tass.ru/v-strane/5210327> (дата обращения: 15.08.2024).



УДК 527.62

**П.А. Волошина**

**И.И. Маринин**

*Севастопольский государственный университет*

*ул. Университетская 33, г. Севастополь, Россия, 299053*

## **АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ**

### **Аннотация**

*В тезисах доклада представлен обзор методов и технологий, используемых для определения местоположения объектов. Особое внимание уделено рассмотрению технологий позиционирования внутри зданий. Особое внимание уделяется перспективности технологии Wi-Fi-сетей для позиционирования внутри зданий.*

*Ключевые слова: определение местоположения, технологии позиционирования, позиционирование внутри зданий.*

**P.A. Voloshina**

**I.I. Marinin**

*Sevastopol State University, 33 Universitetskaya St., Sevastopol, Russia, 299053*

## **ANALYSIS OF DETECTION TECHNOLOGIES LOCATIONS**

### **Abstract**

*The thesis presents an overview of methods and technologies used to determine the location of objects. Special attention is paid to the consideration of positioning technologies inside buildings. Special attention is paid to the prospects of Wi-Fi network technology for positioning inside buildings.*

*Key words: positioning, positioning technologies, positioning inside buildings.*

В настоящее время технологии определения местоположения играют ключевую роль в различных сферах человеческой деятельности. Они являются важным инструментом в задачах навигации и ориентирования, в том числе, данные технологии широко используются в навигационных системах автомобилей и мобильных приложениях.

Одними из наиболее популярных технологий для определения местоположения являются GPS (Global Positioning System) и ГЛОНАС (Глобальная навигационная спутниковая система). Данные системы состоят из сети спутников, выведенных на орбиту Земли, и приемников, установленных на устройствах, таких как смартфоны, автомобильные

навигаторы и другие аппараты. Данные системы имеют широкий охват и высокую точность, благодаря чему они используются повсеместно [1].

Несмотря на очевидные достоинства, глобальные навигационные спутниковые системы имеют свои недостатки, а именно ограничения плотности сигнала, а также плохая доступность в закрытых пространствах, что создаёт проблемы в условиях городской среды и ограничивает возможность применения внутри зданий.

Для решения задач, в которых технологии с использованием глобальных навигационных спутниковых систем менее эффективны, были разработаны различные технологии, позволяющие производить позиционирование внутри зданий.

Одной из таких технологий является Bluetooth. Она основана на использовании Bluetooth Low Energy (BLE) маячков, которые работают как передатчики сигнала и размещаются внутри зданий, помещений или на определенных объектах. Каждый маячок отправляет короткие радиосигналы, которые обнаруживают и интерпретируют мобильные устройства, оснащенные Bluetooth-модулем [2].

Также, для выполнения задачи позиционирования в закрытом помещении довольно часто используются инфракрасные (IR) системы. Они функционируют на основе инфракрасных сенсоров, которые работают посредством обнаружения движения и определения положения объектов. [3].

Одним из наиболее распространенных методов позиционирования внутри зданий является использование Wi-Fi-сетей. Системы Wi-Fi-позиционирования используют точки доступа Wi-Fi, расположенные внутри зданий для определения местоположения устройств. Они анализируют сигналы Wi-Fi, которые принимаются устройством и определяют его положение на основе расстояния до ближайших точек доступа и их сигнальной мощности [4].

Подводя итоги, технологии позиционирования в пространстве имеют большое значение в современном мире. Одной из важных задач позиционирования можно выделить определение местоположение объектов и устройств в ограниченных пространствах. В ходе анализа различных технологий особенно перспективной является технология Wi-Fi-сетей для позиционирования, благодаря распространённости сетей Wi-Fi в современной городской среде.

#### ***Библиографический список:***

1. Галигузова Е.В., Илларионова Ю.Е. ГЛОБАЛЬНЫЕ НАВИГАЦИОННЫЕ СПУТНИКОВЫЕ СИСТЕМЫ (ГНСС) // Символ науки. 2023. №1-1.

2. Кузьмин Михаил Федорович Проектирование и разработка мобильного приложения для навигации на парковках с применением Bluetooth-маячков // ГИАБ. 2017. №3.

3. Аскероватамилла Ахмед, Ганбарова Сахиба Ибрагим ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЯ РАДИОЧАСТОТНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ (RFID) В СОВРЕМЕННОЙ СИСТЕМЕ ОБРАЗОВАНИЯ. // Colloquium-journal. 2023. №3 (162).

4. Елагина К.Н., Чиянов Д.К. АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПРИНЦИПОВ РАБОТЫ ГЛОБАЛЬНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ И НАВИГАЦИИ НА ОСНОВЕ СОТОВОЙ ПОДВИЖНОЙ СВЯЗИ И WI-FI // Экономика и качество систем связи. 2023. №1 (27).

УДК 004.41

**Г.М. Белик автор, бакалавр кафедры «Информационные системы»**

*Севастопольский государственный университет*

*ул. Университетская 33, г. Севастополь, Россия, 299053*

## **МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ УЧЕТА ЛИЧНЫХ ФИНАНСОВ НА БАЗЕ ОС АВРОРА**

### **Аннотация**

*Данная работа посвящена разработке мобильного приложения “Мои Финансы” для людей, стремящихся повысить эффективность в управлении личными финансами. Целью работы является создание приложения с интуитивно понятным интерфейсом и высокой производительностью, способствующего пользователям в продуктивном контроле своих денежных средств.*

**G.M. Belik , Bachelor of the Department of Information Systems, Sevastopol State University, 33 Universitetskaya St., Sevastopol, Russia, 299053**

## **A MOBILE APPLICATION FOR PERSONAL FINANCE ACCOUNTING BASED ON THE AURORA OS**

### **Abstract**

*This paper is devoted to the development of the mobile application “My Finances” for people seeking to improve the efficiency of personal finance management. The goal of the work is to create an application with an intuitive interface and high performance, helping users to productively control their funds.*

*Key words: Aurora operating system, personal finance management, mobile application, income and expense accounting, financial literacy.*

Современная экономическая ситуация требует от людей особой ответственности в управлении личными финансами. Финансовая грамотность становится необходимым навыком для достижения стабильности и благополучия. В связи с растущей инфляцией и изменчивостью рынка, актуальность вопроса управления личными финансами возрастает, что определяет необходимость разработки соответствующих инструментов.

Целью работы является создание мобильного приложения "Мои Финансы", которое будет способствовать пользователям в эффективном контроле своих денежных средств. Приложение будет иметь интуитивно понятный интерфейс и высокую производительность, позволяя пользователям легко вести учет своих доходов и расходов, управлять сбережениями и финансовыми целями.

Объектом исследования является мобильное приложение, предназначенное для учета финансов, а предметом – методы и инструменты реализации его функционала.

С увеличением финансовых трудностей у населения нарастает потребность в мобильных приложениях, которые помогают управлять личными финансами. Исследование будет полезно как конечным пользователям, так и разработчикам мобильных приложений, желающим создавать продукты для этой целевой аудитории. Приложение будет работать на базе отечественной мобильной операционной системы Аврора, которая в настоящее время не имеет качественных аналогов в данной области, что создает актуальность проекта.

В рамках исследования проведен анализ существующих приложений в сфере учета личных финансов, выявлены их сильных и слабых сторон, а также основных ошибок, допускаемых пользователями. На основании проведенного анализа будут предложены методы решения проблем, с которыми сталкиваются люди при управлении финансами. Эти методы будут обоснованы с точки зрения практической реализации в мобильном приложении.

Результатом работы является мобильное приложение "Мои Финансы", которое поможет пользователям эффективно управлять своими финансами путем простого учета доходов и расходов и планирования бюджета. Также проект поможет повысить финансовую грамотность пользователей, обеспечивая их эффективным инструментом для принятия более осознанных финансовых решений. Основные результаты исследования откроют возможности для дальнейшего развития данного приложения и его успешного внедрения на рынок.

Исследование и разработка мобильного приложения "Мои Финансы" имеют важное значение в условиях экономической нестабильности. Ожидается, что приложение не только упростит процесс управления личными финансами, но и станет значимым вкладом в рост финансовой грамотности пользователей, что, в свою очередь, послужит позитивным влиянием на экономическое развитие общества.

#### ***Библиографический список:***

1. Смирнова, О. (2018). Основы планирования бюджета и достижения финансовых целей. Издательство "Финансовая Грамотность".
2. Соколов, П. (2019). Aurora SDK: инструменты для разработки высокопроизводительных приложений. Журнал "Разработка и Программирование", 40-55с.
3. Инструменты разработки приложений для ОС Аврора: сайт – URL: <https://stepik.org/lesson/346697/step/1?unit=330449>

4. Разработка UI для ОС Аврора: сайт – URL:  
<https://stepik.org/lesson/347245/step/1?unit=330995>

5. Moiseev, D. V. Intelligent decision - making support on the level of encryption of information transmitted in the UDV information exchange channels D V Moiseev, A A Bryukhovetskiy and A V Skatkov / D. V. Moiseev, A. A. Bryukhovetskiy, A. V. Skatkov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Krasnoyarsk, 18–21 ноября 2019 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 734. – Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 12086. – DOI 10.1088/1757-899X/734/1/012086.

6. Использование C++ для Qt Quick: сайт – URL:  
<https://stepik.org/lesson/348393/step/1?unit=332193>

7. Модуль Silica: сайт – URL:  
[https://developer.auroraos.ru/doc/software\\_development/reference/silica](https://developer.auroraos.ru/doc/software_development/reference/silica)

УДК 004.4

**Ю.С. Таран, магистрант 1-го курса**

*ФГАОУВО «Севастопольский государственный университет»*

*ул. Университетская 33, г. Севастополь, Россия, 299053*

## **РАЗРАБОТКА ДЕСКТОПНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА КОМПЛЕКСНОЙ ОГИБАЮЩЕЙ РАДИОСИГНАЛА**

### **Аннотация**

*В статье рассматривается важность разработки специализированного программного обеспечения для анализа IQ-данных, необходимого для дополнения тестового комплекса, обеспечивающего проверку работоспособности аппаратуры Глобальной морской системы связи при бедствии (ГМССБ).*

*Ключевые слова: ГМССБ, тестер ГМССБ, комплексная огибающая, IQ-данные, анализ сигнала, десктопное приложение*

**Y.S. Taran, 1st year Master's student**

**Sevastopol State University**

**33 Universitetskaya St., Sevastopol, Russia, 299053**

## **DEVELOPMENT OF A DESKTOP APPLICATION FOR ANALYZING THE COMPLEX ENVELOPE OF A RADIO SIGNAL**

*The article discusses the importance of developing specialized software for analyzing IQ data, which is necessary to complement the test suite that ensures the operability of the Global Maritime Disaster Communications System (GMDSS) equipment.*

*Key words: GMDSS, GMDSS tester, complex envelope, IQ data, signal analysis, desktop application*

Начиная ещё с прошлого века мировое сообщество начало предпринимать шаги, для защиты человеческих жизней в море. Развитие технологий естественным образом повлекло за собой также и усложнение требований к безопасности на больших и малых судах. Так, в 1979 году участниками Международной конференции по поиску и спасанию на море была принята международная Конвенция по поиску и спасанию на море и намечен план создания Глобальной морской системы связи при бедствии (далее ГМССБ).

ГМССБ регламентирует однозначный состав радиоаппаратуры в зависимости от района плавания.

Типовой состав системы ГМССБ включает (взято из СОЛАС - 74 [1]):

- 1) радиооборудование спасательных средств:

- носимая УКВ радиостанция двухсторонней связи (2 штуки),
- аварийный радиобуй (АРБ) системы КОСПАС- Сарсат,
- радиолокационный ответчик (РЛО);

2) приёмник НАВТЕКС;

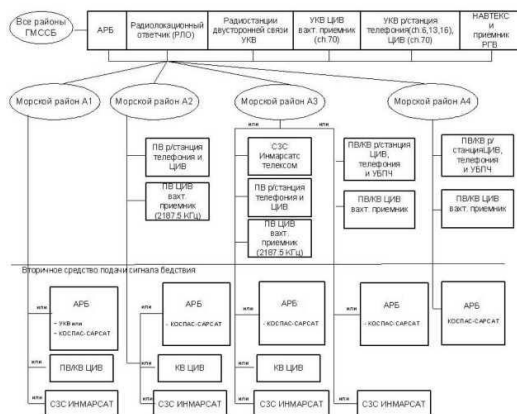
3) приёмник многофункционального группового вызова (МГВ или РГВ системы ИНМАРСАТ) для приёма информации по безопасности мореплавания, передаваемой на суда, плавающие в зоне действия системы ИНМАРСАТ, не охваченной системой НАВТЕКС;

4) УКВ радиустановка с ЦИВ (приёмопередатчик);

5) транспондер АИС.

Также в зависимости от района плавания на судне должна быть специальная аппаратура, перечень представлен на рисунке 1.1 (взято из пособия [2]):

Цель аппаратного комплекса ГМССБ состоит в обеспечении безопасности и спасения на море путём обеспечения надёжной связи и координации между судами, береговыми станциями и спасательными службами. Это позволяет быстро реагировать на аварийные ситуации и предоставлять помощь в случае необходимости. Таким образом, быть уверенным в корректности работы аппаратного комплекса ГМССБ является критически важным. А убедиться в этой корректности могут помочь только регулярные проверки оборудования. В судовых условиях проводят ежедневные, еженедельные и ежемесячные проверки радиооборудования ГМССБ.



*Рисунок 1.1 - Международные требования к составу оборудования пассажирских судов и грузовых судов водоизмещением в 300 р.т. и более сформулированное в IV главе конвенции СОЛАС*



Кроме указанных выше проверок компоненты системы ГМССБ требуют ежегодного и берегового (раз в 5 лет) освидетельствования соответствующими сервисными службами с выездом их сотрудников на места. Естественным желанием сервисных служб является сокращение штата сотрудников, необходимых для проведения поверки. Это, в свою очередь, приводит к стремлению сокращения количества и размеров измерительного оборудования, которое сотрудник вынужден перевозить с собой на все обслуживаемые суда. Освидетельствование включает в себя инструментальные проверки (тесты). Минимальный набор измерений,

входящих в состав этих тестов:

- измерение несущей частоты;
- измерение уровня мощности;
- измерение параметров модуляции;
- демодуляция и декодирование передаваемых сообщений.

Также существует целый ряд специфических параметров, которые невозможно или затруднительно измерить стандартными измерительными приборами: частота и мощность для АИС (очень короткое сообщение 26,7мс), девиация фазы в АРБ, девиация частоты радиосигнала ЦИВ (Р8К-модуляция) [3]. Поэтому появляется ниша для специализированных измерительных приборов (комплексов) - Тестер ГМССБ аппаратуры, далее просто Тестер.

Специфика процедуры освидетельствования корректности работы разнообразного морского радиооборудования диктует определённые требования к тестирующему оборудованию - в том числе компактность. Однако для более полной и исчерпывающей проверки параметров недостаточно показаний, которые могут быть выведены на небольшом жидкокристаллическом экране. Отсюда рождается необходимость в дополнительном инструменте - сопровождающем программном обеспечении для анализа ^-данных (данных, с помощью которых можно определить все требующие проверки параметры аппаратуры).

### ***Библиографический список:***

1. Международная конвенция по охране человеческой жизни на море 1974 года текст, изменённый Протоколом 1988 года к ней, с поправками (СОЛАС-74) (с изменениями на 1 января 2016 года) // Российский профессиональный союз моряков [Электронный ресурс]. URL: [http://www.sur.ru/upload/legislation/Solas\\_74\\_file\\_5\\_37\\_4078.pdf](http://www.sur.ru/upload/legislation/Solas_74_file_5_37_4078.pdf).
2. Припотнюк А.В., Дубчук П.С. Учебное пособие по работе в глобальной морской системе связи при бедствии. ГМССБ за три недели. –

изд. 3-е, исп. и доп. – Санкт-Петербург: МУТЦ ГМА им. Адм. С.О.Макарова, 2015. – 232 с.

3. Радиооборудование ГМССБ // ГМССБ – MirMarine [Электронный ресурс]. – URL: <https://mirmarine.net/sudovoditel/gmdss>.

УДК 004.056

**В.С. Сторожик, к.т.н., доцент, специалист**

*Арктический и антарктический научно-исследовательский институт,  
Санкт-Петербург*

**О КОМПЛЕКСНОМ ПОДХОДЕ К РЕАЛИЗАЦИИ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ МЕР ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Аннотация**

*Рассматривается комплекс нормативных требований, организационных и технических мероприятий, направленных на реализацию положений Указа Президента Российской Федерации от 1 мая 2022 г. № 250 «О дополнительных мерах по обеспечению информационной безопасности Российской Федерации».*

*Ключевые слова: защита информации, информационная безопасность, информационный ресурс, комплекс мер, компьютерная атака, компьютерный инцидент, мониторинг информационной безопасности, угроза безопасности информации.*

**V.S. Storozhik, Ph.D., Associate Professor, specialist**

**Arctic and Antarctic Research Institute, St. Petersburg**

**ON AN INTEGRATED APPROACH TO THE IMPLEMENTATION OF ADDITIONAL MEASURES TO ENSURE THE SECURITY OF INFORMATION RESOURCES OF THE RUSSIAN FEDERATION**

**Abstract**

*A set of regulatory requirements, organizational and technical measures aimed at implementing the provisions of the Decree of the President of the Russian Federation No. 250 dated May 1, 2022 "On additional measures to ensure information security of the Russian Federation" is considered.*

*Key words: information security, information security, information resource, set of measures, computer attack, computer incident, information security monitoring, information security threat.*

Президент Российской Федерации в докладе на заседании Совета Безопасности Российской Федерации 20 мая 2022 г. отметил, что против России развязана настоящая агрессия, война в информационном пространстве. Атаки наносятся из разных государств, и при этом они четко скоординированы [1].

Стратегия национальной безопасности Российской Федерации и Доктрина информационной безопасности Российской Федерации к основным направлениям обеспечения информационной безопасности (ИБ) относят [2, 3]:

повышение защищенности критической информационной инфраструктуры (КИИ) и устойчивости её функционирования, развитие механизмов обнаружения и предупреждения информационных угроз и ликвидации последствий их проявления;

развитие отрасли информационных технологий, и совершенствование деятельности по разработке и производству средств защиты информации (СЗИ);

развитие кадрового потенциала в области обеспечения ИБ;

снижение до минимально возможного уровня утечек информации ограниченного доступа и персональных данных.

В целях дальнейшего повышения устойчивости и безопасности функционирования информационных ресурсов (ИР) Указом Президента Российской Федерации от 1 мая 2022 г. № 250 определен комплекс дополнительных мер по обеспечению ИБ, предусматривающий разработку нормативных требований, а также реализацию организационных и технических мероприятий [4].

В рамках нормативно-правового обеспечения требований о дополнительных мерах по обеспечению ИБ утверждены основы государственной политики в области обеспечения безопасности КИИ, проходит общественное обсуждение проект Указа Президента Российской Федерации «Об утверждении Положения о государственной системе защиты информации в Российской Федерации» [5]. Для нейтрализации угроз ИР органов (организаций) определены цели, задачи и механизмы реализации государственной политики в сфере информационно-телекоммуникационных технологий. Повышение уровня защищённости КИИ предполагается обеспечить путём применения отечественных информационных технологий, создания конкурентоспособной отечественной электронной компонентной базы и высокотехнологичного производства, дальнейшего развития государственной системы обнаружения, предупреждения и ликвидации последствий компьютерных атак (ГосСОПКА). Отдельное внимание уделяется совершенствованию системы профессиональной подготовки и повышения квалификации специалистов в области ИБ [6, 7].

Постановлениями Правительства Российской Федерации от 19 августа 2022 г. № 1463 и от 20 декабря 2022 г. № 2360 внесены изменения в Правила категорирования объектов КИИ [8], которыми предусмотрено: формирование перечней типовых отраслевых объектов КИИ, уточнение порядка проведения мониторинга актуальности и достоверности сведений об объектах КИИ, а также изменены показатели крите-

риев значимости по доступу к государственной услуге, показатели экономической значимости и показатели государственного оборонного заказа [9, 10].

Федеральным законом от 10 июля 2023 г. № 312-ФЗ внесено изменение в статью 2 Федерального закона № 187-ФЗ [11], в соответствии с которым к субъектам КИИ будут относиться органы (организации) в сфере государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним [12].

Федеральным законом от 19 декабря 2022 г. № 518-ФЗ [13] внесены изменения в статью 19.7.15 Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях, направленные на усиление ответственности должностных и юридических лиц за нарушение законодательства в области обеспечения безопасности КИИ [14].

Указом Президента Российской Федерации от 1 мая 2022 г. № 250 предусмотрены следующие дополнительные меры по обеспечению ИБ органа (организации) [4]:

- возложить на руководителя органа (организации) персональную ответственность за обеспечение ИБ;

- возложить на заместителя руководителя органа (организации) полномочия по обеспечению ИБ;

- создать структурное подразделение по ИБ;

- принимать решения о необходимости привлечения организаций, имеющих лицензию на деятельность по технической защите конфиденциальной информации (ТЗКИ), для оценки уровня защищенности ИР;

- обеспечивать незамедлительную реализацию организационных и технических мер, направляемых на регулярной основе ФСБ России и ФСТЭК России;

- провести инвентаризацию используемых СЗИ, разработать план перехода к 1 января 2025 г. на использование отечественных СЗИ;

- для осуществления мероприятий по обнаружению, предупреждению и ликвидации последствий компьютерных атак (КА) и реагированию на компьютерные инциденты (КИ) допускается привлекать только аккредитованные центры ГосСОПКА.

ФСТЭК России до органов (организаций) был доведен и рекомендован к реализации комплекс дополнительных организационных и технических мер по повышению защищенности [15]:

- периметра информационных систем (ИС) и информационно-телекоммуникационных сетей (ИТКС);

- систем и сетей, функционирующих под управлением операционных систем (ОС) Microsoft Windows;

систем и сетей, функционирующих под управлением ОС на базе ядра Linux;

от угроз безопасности информации (УБИ), реализуемых внутренними нарушителями;

систем и сетей при работе с подрядными организациями, поставщиками услуг в сфере информационно-телекоммуникационных технологий (ИКТ);

информации систем и сетей организации при работе с электронной почтой;

общесистемных мер защиты информации, а также защиты систем и сетей.

В период с февраля 2022 г. по настоящее время ФСТЭК России направлены в органы (организации) десятки рекомендаций о мерах по повышению защищенности информационной инфраструктуры, в том числе:

по повышению защищенности официальных сайтов органов (организаций);

по предотвращению несанкционированного распространения уволенными администраторами систем защищаемой информации;

по предотвращению реализации УБИ, связанных с утечкой защищаемой информации;

по предотвращению реализации УБИ, связанных с внедрением вирусов-шифровальщиков;

предотвращению реализации УБИ, связанных с фишингом;

по предотвращению реализации УБИ, направленных на отказ в обслуживании;

по обновлению применяемого в ИС иностранного программного обеспечения и средств.

В первоочередном порядке ФСТЭК России рекомендовал органам (организациям) реализовать следующие меры по повышению защищенности информационной инфраструктуры:

провести инвентаризацию служб и веб-сервисов;

отключить неиспользуемые службы и веб-сервисы;

усилить требования к парольной политике администраторов и пользователей сайтов органов (организаций);

исключить применение на сайтах органов (организаций) сервисов подсчета и сбора данных о посетителях, сервисов предоставления информации о местоположении и иных сервисов, разработанных иностранными организациями;

исключить возможность использования встроенных видео- и аудиофайлов, интерфейсов взаимодействия API и других ресурсов, загружаемых со сторонних сайтов;

блокировать входящий трафик, поступающий с зарубежных IP-адресов и иностранных доменных имен.

Для обеспечения безопасности значимых объектов (ЗО) КИИ ФСТЭК России также рекомендовал реализовать комплекс следующих технических мер:

- идентификация и аутентификация (ИАФ);
- управление доступом (УПД);
- аудит безопасности (АУД);
- предотвращение вторжений (компьютерных атак) (СОВ);
- антивирусная защита (АВЗ);
- обеспечение целостности (ОЦЛ);
- обеспечение доступности (ОДТ);
- защита технических средств и систем (ЗТС).

Во исполнение требований Указа № 250 в рамках полномочий ФСТЭК России утверждены следующие нормативные-правовые акты и методические документы [16]:

- требования по безопасности информации к средствам контейнеризации [17];

- изменения в Положение о системе сертификации СЗИ [18];

- изменения в Требования по безопасности информации, устанавливающие уровни доверия к средствам технической защиты информации и средствам обеспечения безопасности информационных технологий [19];

- требования по безопасности информации к средствам виртуализации [20];

- требования по безопасности информации к многофункциональным межсетевым экранам уровня сети [21];

- требования по безопасности информации к системам управления базами данных [22];

- методика тестирования обновлений безопасности программных, программно-аппаратных средств [23];

- методика оценки уровня критичности уязвимостей программных, программно-аппаратных средств [24];

- рекомендации по безопасной настройке операционных систем Linux [25];

- руководство по организации процесса управления уязвимостями в органе (организации) [26].

31 июля 2023 г. началось публичное обсуждение изменений в Положение о Федеральной службе по техническому и экспортному контролю [27], которые предусматривают [28]:

осуществление ФСТЭК России оперативного управления деятельностью по обеспечению безопасности ЗО КИИ, технической защите информации (ТЗИ);

осуществление централизованного учета ФСТЭК России защищаемых ИС и иных объектов информатизации (ОИ) органов (организаций);

организация и проведение ФСТЭК России мониторинга текущего состояния защищенности этих ИС и ОИ;

оперативное информирование ФСТЭК России органов (организаций) об УБИ и уязвимостях в их ИС и иных ОИ, а также мерах по защите от этих УБИ и уязвимостей;

внедрение ФСТЭК России совместно с органами (организациями) процессов управления защитой информации и безопасностью ЗО КИИ;

организация ФСТЭК России взаимодействия органов и организаций при реализации ими мер по повышению защищенности ИС и иных ОИ от УБИ;

организационно-методическое сопровождение и руководство ФСТЭК России деятельностью по ТЗИ и обеспечению безопасности ЗО КИИ органов (организаций), а также организация и проведение оценки эффективности такой деятельности и реализованных ими мер.

В период с февраля 2022 г. по настоящее время ФСБ России направлены в органы (организации) десятки рекомендаций Национального координационного центра по компьютерным инцидентам (НКЦКИ) о мерах по повышению уровня защищенности ИР от целевых КА, в том числе:

провести инвентаризацию всех сетевых устройств и сервисов, функционирующих в органе (организации), а также правил межсетевого экранирования, обеспечивающих доступ к ним. Ограничить доступ извне к сервисам и устройствам в ИТКС, кроме безусловно необходимых;

настроить логирование. Убедиться в достаточной полноте и корректности сохраняемых журналов системных сообщений безопасности и функционирования операционных систем, а также событий доступа к различным сервисам органа (организации);

использовать российские DNS-серверы. Использовать корпоративные DNS-серверы и/или DNS-серверы оператора связи в целях недопущения перенаправления пользователей органа (организации) на вредоносные ресурсы или осуществления иной вредоносной активности. Если DNS-зона органа (организации) обслуживается иностранным оператором связи, необходимо перенести ее в информационное пространство Российской Федерации;

провести внеплановую смену паролей доступа к ключевым элементам инфраструктуры;



использовать сложные и уникальные пароли для доступа к сервисам органа (организации), а также к рабочим местам сотрудников;

удостовериться, что в ИР органа (организации) не используются логины и пароли по умолчанию, а в случае выявления таковых, незамедлительно их поменять;

проверить правильность функционирования и корректность настройки применяемых в органе (организации) СЗИ;

на постоянной основе обновлять базы данных средств антивирусной защиты;

проверять вложения почтовых сообщений в системах динамического анализа файлов;

отключить автоматическое обновление программного обеспечения. Установку необходимых обновлений производить после анализа угроз эксплуатации уязвимостей;

отключить внешние плагины и подключаемые элементы кода веб-страниц, ограничить работу скриптов по сбору статистики на информационных ресурсах;

использовать резервное копирование данных для возможности восстановления значимых сведений, обрабатываемых в органе (организации), в случае их потери. Убедиться в наличии актуальных резервных копий;

следить за статусом SSL-сертификата. При использовании SSL-сертификата, выданного иностранным удостоверяющим центром, убедиться, что соединение с информационным ресурсом органа (организации) остается доверенным, а используемый SSL-сертификат не отозван. Если SSL-сертификат будет отозван, подготовить самоподписной SSL-сертификат. Распространить свои сертификаты среди тех органов (организаций), которые используют ваши сервисы (заказчики, партнеры и т.д.);

использовать сервисы по защите органа (организации) от DDoS-атак;

для защиты от DDoS-атак на средствах сетевой защиты информации ограничить сетевой трафик, содержащий в поле Referer HTTP заголовка значения из файла `referer_http_header.txt`;

для защиты от DDoS-атак на средствах сетевой защиты информации ограничить сетевой трафик с IP-адресов, приведенных в файле `proxies.txt`, которые принадлежат прокси-серверам, используемым в DDoS-атаках;

использовать средства удаленного администрирования, функционирование которых не осуществляется через иностранные ИР;

использовать продукты для защищенного информационного обмена данными по технологии VPN;

провести с сотрудниками органа (организации) занятия по ИБ, противодействию методам социальной инженерии, а также принципам безопасной удаленной работы;

научить сотрудников органа (организации) не реагировать на угрозы мошенников, требующих выкуп за восстановление данных. Направлять сведения о таких компьютерных инцидентах в адрес НКЦКИ для последующего реагирования.

ФСБ России, наряду с регулярными уведомлениями НКЦКИ органов (организаций) об уязвимостях в программном обеспечении и рекомендациями организационных и технических мер по их устранению, также уведомляет:

- о распространении злоумышленниками вредоносного программного обеспечения (ВПО) с использованием легитимного инструментария (например, механизма доставки обновлений, реализованного в Kaspersky Security Center);

- о заражении несколько тысяч мобильных телефонов производства компании Apple, ранее неизвестным ВПО, использующим предусмотренные производителем программные уязвимости, позволяющие злоумышленникам получить несанкционированный доступ к информации о пользователе и системе, а также возможность выполнить произвольный код на уязвимом устройстве.

В соответствии с требованиями пункта 5 Указа № 250 [4] ФСБ России: определен 3-годовой переходный период, в течение которого допускается осуществлять мероприятия по обнаружению, предупреждению и ликвидации последствий КА и реагированию на КИ в интересах органов (организаций) на основании заключенных с ФСБ России (НКЦКИ) соглашений о сотрудничестве [29];

- утверждены требования о защите информации, содержащейся в государственных ИС, с использованием шифровальных (криптографических) средств [30];

- утвержден порядок осуществления мониторинга защищенности ИР [31].

20 июня 2023 г. началось публичное обсуждение изменений в Указ Президента Российской Федерации от 1 мая 2022 г. № 250, которые предусматривают [32]:

- информировать ФСБ России о КИ и КА, связанных с функционированием ИР органов (организаций);

- определить порядок аккредитации центров ГосСОПКА и требования к ним, осуществлять контроль за деятельностью аккредитованных центров ГосСОПКА;

определить порядок информирования ФСБ России о КИ и КА, связанных с функционированием ИР органов (организаций);

определить порядок, технические условия установки и эксплуатации в ИР органов (организаций) средств, предназначенных для поиска признаков КА, и организовать их установку.

В настоящее время ФСБ России разрабатываются проекты:

положения об аккредитации центров ГосСОПКА;

требований к центрам ГосСОПКА и порядка контроля за деятельностью аккредитованных центров ГосСОПКА;

порядка информирования ФСБ России о КИ и КА, связанных с функционированием ИР органов (организаций);

порядка, технических условий установки и эксплуатации в ИР органов (организаций) средств, предназначенных для поиска признаков КА.

### ***Библиографический список:***

1. О повышении устойчивости и безопасности функционирования информационной инфраструктуры государства. Доклад Президента Российской Федерации на заседании Совета Безопасности Российской Федерации 20 мая 2022 г. - <http://www.kremlin.ru/events/security-council/68451>.

2. Стратегия национальной безопасности Российской Федерации (утв. Указом Президента Российской Федерации от 2 июля 2021 г. № 400).

3. Доктрина информационной безопасности Российской Федерации (утв. Указом Президента Российской Федерации от 5 декабря 2016 г. № 646).

4. О дополнительных мерах по обеспечению информационной безопасности Российской Федерации (утв. Указом Президента Российской Федерации от 1 мая 2022 г. № 250).

5. Проект Указа Президента «Об утверждении Положения о государственной системе защиты информации в Российской Федерации». - <http://www.regulation.gov.ru/projects#nra=135259>.

6. Основы государственной политики в области обеспечения безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации (утв. Указом Президента Российской Федерации от 8 июля 2022 г. № 438).

7. Комментарий Секретаря Совета Безопасности Николая Патрушева по итогам заседания Совета Безопасности 20 мая 2022 г. - <http://www.kremlin.ru/supplement/5803>.

8. Постановление Правительства Российской Федерации от 8 февраля 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».

9. Постановление Правительства Российской Федерации от 19 августа 2022 г. № 1463 «О внесении изменения в Правила категорирования объектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации».

10. Постановление Правительства Российской Федерации от 20 декабря 2022 г. № 2360 «О внесении изменения в Правила категорирования объектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации».

11. Федеральный закон от 26 июня 2017 г. № 187-ФЗ «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации».

12. Федеральный закон от 10 июля 2023 г. № 312-ФЗ «О внесении изменения в статью 2 Федерального закона «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации».

13. Федеральный закон от 19 декабря 2022 г. № 518-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

14. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях. Федеральный закон от 30 декабря 2001 г. № 195-ФЗ.

15. Информационное сообщение ФСТЭК России от 24 марта 2022 г. № 240/22/1549 «О мерах по повышению защищенности информационной инфраструктуры».

16. Указ Президента РФ от 16 августа 2004 г. № 1085 «Вопросы Федеральной службы по техническому и экспортному контролю».

17. Приказ ФСТЭК России от 4 июля 2022 г. № 118 «Об утверждении Требований по безопасности информации к средствам контейнеризации».

18. Приказ ФСТЭК России от 19 сентября 2022 г. № 172 «О внесении изменений в Положение о системе сертификации средств защиты информации, утвержденное приказом ФСТЭК России от 3 апреля 2018 г. № 55».

19. Приказ ФСТЭК России от 18 апреля 2022 г. № 68 «О внесении изменений в Требования по безопасности информации, устанавливающие уровни доверия к средствам технической защиты информации и средствам обеспечения безопасности информационных технологий, утвержденные приказом ФСТЭК России от 2 июня 2020 г. № 76».

20. Приказ ФСТЭК России от 27 октября 2022 г. № 187 «Об утверждении Требований по безопасности информации к средствам виртуализации».

21. Приказ ФСТЭК России от 14 апреля 2023 г. № 44 «Об утверждении Требований по безопасности информации к многофункциональным межсетевым экранам уровня сети».

22. Приказ ФСТЭК России от 14 апреля 2023 г. № 64 «Об утверждении Требований по безопасности информации к системам управления базами данных».

23. Методический документ. Методика тестирования обновлений безопасности программных, программно-аппаратных средств. Утвержден ФСТЭК России 28 октября 2022 г.

24. Методический документ. Методика оценки уровня критичности уязвимостей программных, программно-аппаратных средств. Утвержден ФСТЭК России 28 октября 2022 г.

25. Методический документ. Рекомендации по безопасной настройке операционных систем Linux. Утвержден ФСТЭК России 25 декабря 2022 г.

26. Методический документ. Руководство по организации процесса управления уязвимостями в органе (организации). Утвержден ФСТЭК России 17 мая 2023 г.

27. Вопросы Федеральной службы по техническому и экспортному контролю. Положение о Федеральной службе по техническому и экспортному контролю (утв. Указом Президента Российской Федерации от 16 августа 2004 г. № 1085).

28. Проект «О внесении изменений в Указ Президента Российской Федерации от 16 августа 2004 г. № 1085 «Вопросы Федеральной службы по техническому и экспортному контролю» и в Положение, утвержденное этим Указом». - <https://regulation.gov.ru/Regulation/Npa/PublicView?npaID=140470#>.

29. Приказ ФСБ России от 01 ноября 2022 г. № 543 «Об определении переходного периода, предусмотренного подпунктом «б» пункта 5 Указа Президента Российской Федерации от 1 мая 2022 г. № 250».

30. Приказ ФСБ России от 24 октября 2022 г. № 524 «Об утверждении требований о защите информации, содержащейся в государственных информационных системах, с использованием шифровальных (криптографических) средств».

31. Приказ ФСБ России от 11 мая 2023 г. № 213 «Об утверждении порядка осуществления мониторинга защищенности информационных

ресурсов, принадлежащих федеральным органам исполнительной власти, высшим исполнительным органам государственной власти субъектов Российской Федерации, государственным фондам, государственным корпорациям (компаниям), иным организациям, созданным на основании федеральных законов, стратегическим предприятиям, стратегическим акционерным обществам и системообразующим организациям российской экономики, юридическим лицам, являющимся субъектами критической информационной инфраструктуры Российской Федерации».

32. Проект «О внесении изменений в Указ Президента Российской Федерации от 1 мая 2022 г. № 250 «О дополнительных мерах по обеспечению информационной безопасности Российской Федерации».  
- <https://regulation.gov.ru/projects#npa=139316>.

УДК 519.725

**М.А. Антонюк, студент кафедры «Информационные системы»**

*Севастопольский государственный университет*

*ул. Университетская 33, г. Севастополь, Россия, 299053*

**ВЕБ-ОРИЕНТИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА СОВМЕСТНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДОКУМЕНТАМИ**

**Аннотация**

*Данная работа представляет исследование области веб-ориентированных информационных систем совместного управления документами и описывает текущий уровень развития современных сервисов. В работе рассматриваются перспективы внедрения подобных систем в различные организации, с акцентом на повышение эффективности и конкурентоспособности.*

*Ключевые слова: веб-ориентированная система, совместное управление документами, электронный документооборот, контроль версий, безопасность данных, автоматизация процессов, редактирование в реальном времени, прозрачность изменений, управление доступом, системы документооборота.*

**M.A. Antonyuk, student of the Department of Information Systems,  
Sevastopol State University, 33 Universitetskaya St., Sevastopol, Russia,  
299053**

**WEB-BASED COLLABORATIVE DOCUMENT MANAGEMENT INFORMATION SYSTEM**

**Abstract**

*This paper presents a study of web-based information systems for collaborative document management and describes the current level of development of modern services. The paper discusses the prospects of implementing such systems in various organizations, focusing on improving efficiency and competitiveness.*

*Key words: web-based system, collaborative document management, electronic document management, version control, data security, process automation, real-time editing, change transparency, access management, document management systems.*

В настоящее время в условиях активного цифрового развития совместная работа над документами является неотъемлемой частью повседневной деятельности как индивидуальных пользователей, так и предприятий. Однако существующие средства управления документами не всегда эффективно отвечают потребностям пользователей в совместной работе, эффективном контроле и прозрачной коммуникации. В связи с

этим возникает необходимость разработки информационной системы, которая обеспечила бы удобное и эффективное совместное управление документами, учитывая потребности пользователей в контроле изменений, прозрачной коммуникации и безопасности данных.

Целью разработки данной веб-ориентированной информационной системы является создание инструмента, который позволит пользователям эффективно совместно работать над документами, обеспечивая удобное управление, прозрачную историю изменений и комментариев, а также интуитивно понятный и гибкий интерфейс для взаимодействия между участниками процесса. Кроме того, система должна обладать возможностью восстановления предыдущих версий документа и отображению содержимого документа в реальном времени.

Анализ предметной области позволит выявить основные проблемы и потребности пользователей в управлении документами, а также оценить существующие решения и тенденции развития данной области. Это в свою очередь обеспечит базу для проектирования и разработки веб-ориентированной информационной системы совместного управления документами, которая будет наиболее эффективно отвечать потребностям пользователей и современным требованиям в области управления информацией.

Системы электронного управления документами обеспечивают процесс создания, управления доступом и распространения больших объемов документов в компьютерных сетях, а также обеспечивают контроль над потоками документов в организации. Часто эти документы хранятся в специальных хранилищах или в иерархии файловой системы. Общими возможностями систем электронного управления документами являются создание документов, управление доступом, преобразование и безопасность.

До недавнего времени многие компании оперировали с документами и информацией в офисной среде, применяя традиционные методы хранения и обработки данных. Бумажные документы использовались в основном индивидуально или в небольших группах сотрудников. Однако, этот подход имел свои недостатки, которые затрудняли эффективное управление информацией и совместную работу над документами.

Прежде всего, сложность доступа к информации была одной из основных проблем. Разбросанные по различным хранилищам документы могли быть трудно найти, что замедляло рабочий процесс и уменьшало производительность. Кроме того, отсутствие единой системы управления версиями документов часто приводило к потере данных и недопониманию в отношении последних изменений.



Одним из ключевых упущенных возможностей предыдущего подхода была слабая поддержка совместной работы над документами. Отсутствие механизмов утверждения изменений и отслеживания их истории могло привести к ошибкам и дублированию работы. Это затрудняло координацию действий между сотрудниками и могло ослабить результативность командной работы.

Однако, с появлением современных систем совместного управления документами открываются новые перспективы для более эффективного и удобного управления информацией. Такие системы предоставляют широкий спектр инструментов для совместной работы, включая возможность одновременного редактирования документов, автоматизацию процессов утверждения изменений.

Первые разработанные системы управления документами являлись вертикальными приложениями, которые были разработаны для использования небольшими группами специалистов, работающих в территориальной близости друг от друга с сильно структурированными документами. Такие системы в основном внедрялись в таких областях как фармацевтические исследования, страхование, инженерные разработки, промышленное производство.

В современных предприятиях использование системы совместного управления над документами играет важную роль, поскольку работникам нет необходимости коммуницировать напрямую. Такие системы электронного документооборота позволяют более эффективно реализовать и автоматизировать процесс работы с документом.

Системы документооборота имеют высокую ценность, потому что пропала надобность хранить все документы в бумажном виде. Процесс совместной работы над документом позволяет работникам на предприятии экономить время на создание документов, для коммуникации достаточно оставить комментарии в документе, которые сразу же будут отображаться у каждого пользователя, который работает над документом.

Примеры успешного внедрения таких систем в различных организациях свидетельствуют о том, что переход к современным подходам к управлению документами является актуальным и необходимым шагом для повышения эффективности бизнес-процессов, улучшения сотрудничества и обеспечения конкурентоспособности компании в современном мире.

### ***Библиографический список:***

1. Култыгина О.П. Экспертные системы анализа предметной области для проектирования информационных систем. - 2020. - 14 с

2. Вейцман В.М. Проектирование информационных систем. - 2-е изд. - "Лань", 2022. - 316 с.

3. Ипатова Э. Р., Ипатов Ю. В. Методологии и технологии системного проектирования информационных систем: учебник. - 3-е изд. - "ФЛИНТА", 2021. - 256 с.

4. Электронный Документооборот [Электронный ресурс]. URL: <https://promo.q-media.ru/elektronnyj-dokumentooborot>.

5. Интеллектуальная система мониторинга для решения крупномасштабных научных задач в облачных вычислительных средах / А. В. Скатков, А. А. Брюховецкий, Д. В. Моисеев, Т. А. Абрамов // Информационно-управляющие системы. – 2017. – № 2(87). – С. 19-25. – DOI 10.15217/issnl684-8853.2017.2.19.

УДК 681.3

**А.Н. Филозоп, студент**

**В.С. Чернега, доц., канд. техн. наук**

*Севастопольский государственный университет*

*ул. Университетская 33, г. Севастополь, Россия, 299053*

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВРЕМЕННЫХ И СПЕКТРАЛЬНЫХ  
СВОЙСТВ СИГНАЛОВ АВТОМОБИЛЕЙ СПЕЦИАЛЬНЫХ  
СЛУЖБ**

***Аннотация***

*В работе проводится исследование временных и спектральных свойств сигналов автомобилей специальных служб как одного из вариантов реализации системы управления приоритетом светофора для автомобилей экстренных служб.*

*Ключевые слова: аудиовизуальное восприятие, автомобили специальных служб, светофоры, мониторинг дорожного движения.*

**A.N. Filozop, student**

**V.S. Chernega, Associate Professor, Candidate of Technical Sciences**

**Sevastopol State University**

**33 Universitetskaya St., Sevastopol, Russia, 299053**

**INVESTIGATION OF TEMPORAL AND SPECTRAL PROPERTIES OF  
SIGNALS FROM SPECIAL SERVICES VEHICLES**

***Abstract***

*The paper investigates the temporal and spectral properties of signals from special services vehicles as one of the options for implementing a traffic light priority management system for emergency vehicles.*

*Key words: audio visual sensing, emergency vehicles, traffic lights; traffic monitoring.*

Управление светофором играет жизненно важную роль в любой интеллектуальной системе управления дорожным движением. Последовательность и продолжительность зеленого сигнала светофора - два ключевых аспекта, которые необходимо учитывать при управлении светофором. Во многих странах большинство светофоров имеют фиксированную последовательность и продолжительность горения. Однако стационарные методы управления подходят только для стабильного и регулярного движения, но не для динамичных дорожных ситуаций. Исходя из современного состояния практики, последовательность движения на зеленый сигнал светофора определяется без учета возможного присутствия аварийных транспортных средств.

Увеличение количества транспортных средств не только увеличивает время реагирования аварийных служб, но и увеличивает вероятность их попадания в аварии. Автомобиль экстренной помощи, выезжающий на перекресток на высокой скорости на красный сигнал светофора, представляет опасность для движения на других дорогах и может стать причиной дорожно-транспортных происшествий. По оценкам, в среднем за год происходило 4500 дорожно-транспортных происшествий и 1500 аварий с травмами с участием машин скорой помощи. За 20 лет в таких авариях погибло 662 человека и, по оценкам, 52 000 человек получили ранения, включая водителей скорой помощи, пассажиров, лиц, не являющихся пассажирами, и пассажиров других транспортных средств. [1]

С другой стороны, перекрёстки могут быть заполнены транспортом. В некоторых случаях машины экстренной помощи сталкиваются с трудностями, когда им приходится ждать, пока другие транспортные средства уступят дорогу на перекрестках со светофорами.

В последние годы появляется все больше литературы по решению проблемы пробок на дорогах, такие как RFID, беспроводные сетевые датчики, использование системы GPS, обработка визуальных и акустических данных, поступающих из окружающей среды. [2]

Таким образом, совершенствование существующей системы управления дорожным движением имеет большое значение для решения проблем, с которыми сталкиваются автомобили экстренных служб.

Целью исследования является изучение временных и спектральных характеристик сигналов, излучаемых автомобилями специальных служб, с целью оптимизации их использования для повышения эффективности управления движением на перекрёстках.

Для достижения поставленной цели должны быть выполнены следующие задачи:

1. Изучить теоретические основы анализа и обработки цифровых аудио- и видеосигналов, применяемых для идентификации сигналов автомобилей специальных служб.

2. Составить методику для проведения аудио- и видеозаписей сигналов автомобилей специальных служб на перекрёстках с целью сохранения образцов для последующего анализа.

3. Выполнить анализ временных и спектральных свойств сигналов, используя полученные записи.

4. Провести серию искусственных экспериментов

Объектом исследования являются сигналы автомобилей специальных служб. Предметом исследования – временные и спектральные свойства сигналов, излучаемых автомобилями.

Для достижения поставленных целей используются следующие методы:

1. Изучение теории анализа и обработки цифровых, аудио- и видеосигналов.
2. Сохранение образцов посредством проведения аудио- и видео-записи.
3. Анализ полученных записей.
4. Проведение искусственных экспериментов для оценки точности системы.

Таким образом, применение системы управления приоритетом светофора для автомобилей экстренных служб имеет заметные преимущества, такие как сокращение времени реагирования, повышение безопасности для сотрудников служб экстренного реагирования и повышение общей эффективности работы служб экстренной помощи. Использование систем с акустическими сенсорами позволит увеличить точность и скорость распознавания при небольшом удорожании первых.

#### ***Библиографический список:***

1. National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) and the Economic and Social Impact of Motor Vehicle Crashes [Электронный ресурс] URL: <https://crashstats.nhtsa.dot.gov/Api/Public/ViewPublication/812013> (дата обращения: 30.12.2025).
2. Wan Mohd Hafiz bin Wan Hussin. Review of traffic control techniques for emergency vehicles // Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science. 2019. P. 1243-1251.
3. Бродский Г. С., Айвазов А. Р. Автоматизированное управление дорожным движением в городской среде // Мир дорог. 2007. № 26. С. 2–3.
4. Apugade P., Deshmukh D. Traffic Light Priority Control for Emergency Vehicals // IJRASET. 2024. №12. P. 2667-2672.
5. Nellore K. Traffic Management for Emergency Vehicle Priority Based on Visual Sensing // Article. 2016. P. 1-22.
6. Bryukhovetskiy, A. Modeling the change detection process state of objects in monitoring data / A. Bryukhovetskiy, D. Moiseev // III International Workshop on Modeling, Information Processing and Computing (MIP: Computing-2021), Krasnoyarsk, 28 мая 2021 года. Vol. 2899. – Krasnoyarsk, Russia: CEUR-WS, 2021. – P. 36-42. – DOI 10.47813/dnit-mip3/2021-2899-36-42.

УДК 332.14

**М.Т. Ковальский, бакалавр, студент**

*Севастопольский государственный университет*

*ул. Университетская 33, г. Севастополь, Россия, 299053*

**ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ВЛИЯНИЯ СТРАТЕГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ В СФЕРЕ БИЗНЕСА С ПОМОЩЬЮ КОРПОРАТИВНОЙ ЦИФРОВОЙ СРЕДЫ**

**Аннотация**

*В статье рассматриваются современные методы стратегического управления в бизнесе, актуализированные в условиях цифровой трансформации. Исследуется роль корпоративной цифровой среды как ключевого инструмента для повышения эффективности управления, оптимизации бизнес-процессов и достижения конкурентных преимуществ. Особое внимание уделяется анализу цифровых платформ и других технологий, которые позволяют компаниям адаптироваться к динамично изменяющимся рыночным условиям. На основе проведенного исследования предложены практические рекомендации по интеграции цифровых решений в стратегическое управление, а также оценены потенциальные риски и ограничения, связанные с их внедрением. Результаты работы могут быть полезны руководителям компаний, специалистам в области корпоративного управления и исследователям, занимающимся вопросами цифровизации бизнеса.*

*Ключевые слова: стратегическое управление, цифровая трансформация, корпоративная цифровая среда, бизнес-процессы, конкурентные преимущества, цифровые платформы.*

**M.T. Kovalsky, Bachelor, student**

**Sevastopol State University**

**33 Universitetskaya St., Sevastopol, Russia, 299053**

**RESEARCH OF METHODS OF INFLUENCE OF STRATEGIC MANAGEMENT IN THE FIELD OF BUSINESS USING A CORPORATE DIGITAL ENVIRONMENT**

**Abstract**

*The article examines modern methods of strategic management in business, updated in the context of digital transformation. Has been explored the role of the corporate digital environment as a key tool for improving management efficiency, optimizing business processes, and achieving competitive advantages. Special attention is paid to the analysis of digital platforms and other technologies that enable companies to adapt to dynamically changing market conditions. Based on the conducted research, practical recommenda-*

*tions are proposed for integrating digital solutions into strategic management, as well as an assessment of potential risks and limitations associated with their implementation. The results of the work can be useful for company executives, corporate management specialists, and researchers dealing with business digitalization issues.*

*Key words: strategic management, digital transformation, corporate digital environment, business processes, competitive advantages, digital platforms.*

### **Предпосылки изменения теории и практики менеджмента в результате цифровой трансформации.**

Анализ современных публикаций позволяет выявить существенные разночтения в понимании цифровой трансформации. В широком смысле цифровая трансформация определяется как переходное состояние, при котором цифровые технологии становятся ключевой и неотъемлемой детерминантой развития. В более узком смысле она трактуется как решение бизнес-задач с использованием информационных технологий. Уровень изменений при цифровой трансформации выходит за рамки внедрения новых технологий и определяется как смена парадигмы управления и организации бизнеса, основанная на быстром, гибком и непрерывном изменении взаимодействия с внешней средой и внутри компании.

В условиях цифровой трансформации задачи стратегического управления предприятиями требуют разработки нового инструментария, адекватного современной парадигме ведения бизнеса, где основным типом конкуренции становится инновационная конкуренция. Несмотря на различия в интерпретации цифровой трансформации, исследователи сходятся во мнении, что она затрагивает не только технологические аспекты, но и модифицирует все функциональные области компаний.

Управление компаниями в условиях цифровой трансформации требует глубокого понимания ее влияния на бизнес. Ключевые изменения касаются экономики бизнеса, бизнес-моделей, форм продуктов и услуг, управления цепочками создания стоимости, бизнес-процессов, организационной структуры, а также подходов к управлению человеческим капиталом.

Среди факторов трансформации, влияющих на экономику бизнеса, выделяются низкая предельная стоимость цифровых продуктов, что позволяет компаниям быстрее масштабироваться, ускорение взаимодействия, рост потенциала нематериального капитала, а также транс-

формация пространства для производства и потребления. Одним из значимых результатов цифровой трансформации является появление новых форм бизнес-моделей, в первую очередь платформенных.

Условия цифровой трансформации также требуют усиления роли управления человеческими ресурсами, что влечет за собой появление новых форм и практик управления человеческим капиталом. Одним из эффектов цифровой трансформации является развитие в компаниях культуры строгого соблюдения норм и правил, что повышает эффективность управления, а также формирование культуры риска.

### **Эффективность стратегического управления в условиях цифровой трансформации: точки зрения.**

Цифровая трансформация создает новые вызовы для менеджмента на всех уровнях и горизонтах управления компаниями. В современных условиях все чаще звучит идея о том, что традиционное стратегическое управление не может быть эффективным в условиях быстрых изменений. Цифровая трансформация требует радикального сокращения времени решения управленческих задач, что обосновывает переход к управлению «в режиме реального времени». В качестве способа реализации данного подхода предлагается ситуационное управление, основанное на адаптации к быстро меняющимся условиям.

Необходимость перехода к ситуационному управлению обосновывается тем, что стратегические цели становятся менее четкими, а задачи управления — более сложными. Дополнительным вызовом для стратегического управления является отсутствие полного понимания того, что представляет собой стратегия трансформации, какие проблемы она решает и как согласуется с тактическими задачами. Важными ограничивающими факторами также являются непонимание ценности и рисков проектов цифровой трансформации, а также недостаток успешных практик их реализации.

Тем не менее, многие исследователи подчеркивают важность стратегического управления в условиях цифровых преобразований. Быстрый рост компаний возможен только при наличии стратегического управления, которое направлено на подчинение текущей деятельности целям подготовки будущего роста. Особенно важна роль стратегического управления для компаний с высокой фондоемкостью, таких как предприятия минерально-сырьевого сектора. В последние годы в этих компаниях наблюдалось преобладание тактического подхода над стратегическим, что может негативно сказаться на их долгосрочном развитии.



### **ИТ-риски: причины их возникновения и возможности снижения вероятности их возникновения.**

В связи с ускоренным внедрением цифровых технологий и продуктов все больший интерес представляет вопрос ИТ-рисков и их предотвращения. Согласно определению, риск — это влияние неопределенности на цели. Исходя из этого, ИТ-риск можно рассматривать как влияние неопределенности, связанной с использованием информационных технологий, на цели организации.

Основной причиной ИТ-рисков является утечка конфиденциальных данных и их последующее использование в корыстных целях. Такие риски могут возникать из-за:

- отсутствия базовой защиты электронной почты. Во многих организациях не применяются специализированные средства для анализа и фильтрации входящей корреспонденции, что позволяет злоумышленникам направлять вредоносные файлы и получать доступ к данным.

- отсутствия своевременного обновления оборудования. Долгое использование устаревшей инфраструктуры приводит к формированию системных уязвимостей.

- отсутствия защищенных соединений. Незашифрованные данные могут быть перехвачены в любой точке передачи.

- некорректного процесса работы с подрядчиками, включая частую сменяемость исполнителей, ответственных за информационную безопасность.

- человеческого фактора, который выражается в недостаточной осведомленности сотрудников в вопросах кибергигиены и безопасности.

Ввиду большого количества ИТ-рисков и постоянного развития информационных технологий важными элементами информационной безопасности являются как ликвидация последствий наступления рисков, так и превентивный аудит слабых сторон и уязвимостей. Целью этого процесса является повышение уровня безопасности ИТ-систем, специализирующихся на хранении, обработке и передаче информации, привлечение достаточного объема финансирования и снижение сроков использования устаревшего оборудования.

Для формирования рекомендаций по управлению рисками необходимо оценить ограничения, препятствующие их снижению. К таким ограничениям относятся:

- временные ограничения, например, время, необходимое для обновления серверов и рабочих станций.

- физические ограничения, такие как количество сотрудников, привлеченных к вопросам информационной безопасности. Чем больше задействовано людей, тем быстрее можно провести инвентаризацию и обновление систем.

- финансовые ограничения, связанные с оплатой труда специалистов, покупкой нового оборудования и обеспечением его эффективной эксплуатации.

- технические и эксплуатационные ограничения, которые могут быть вызваны недоступностью необходимых компонентов для обеспечения информационной безопасности.

- культурные и этические ограничения, обусловленные разными представлениями о доступности информации и необходимости ее защиты, а также готовностью сотрудников соблюдать принципы информационной безопасности.

- юридические ограничения, связанные с недостаточной проработанностью нормативно-правовой базы в области цифровой экономики и кибербезопасности.

Процесс минимизации ИТ-рисков должен быть непрерывным. Оценку рисков, а также обновление планов и стратегий управления рисками следует проводить регулярно, например, поквартально. Первостепенным шагом должен стать анализ основных бизнес-процессов для выявления наиболее уязвимых точек в деятельности организации. Бизнес-процессы — это любые операции внутри организации, направленные на решение текущих задач, и их оптимизация позволяет сократить время выполнения операций, повысить удовлетворенность клиентов, усилить контроль за информацией и данными.

Далее необходимо выявить имеющиеся риски и классифицировать их для упорядочения и автоматизации процесса идентификации. Регулярная фиксация риск-событий (реализованных рисков) позволяет точнее определять проблемные зоны и своевременно применять меры реагирования. Одним из решений по управлению рисками является создание типологии противодействия угрозам и разработка порядка действий при форс-мажорных обстоятельствах, который должен быть доведен до всех сотрудников организации.

Таким образом, успешное управление ИТ-рисками требует комплексного подхода, включающего анализ бизнес-процессов, классификацию рисков, регулярный мониторинг и обновление стратегий безопасности. Это позволит минимизировать вероятность возникновения рисков и обеспечить устойчивость организации в условиях цифровой трансформации.

## **Исследование методов влияния стратегического управления в сфере бизнеса с помощью корпоративной цифровой среды.**

Цифровая трансформация открывает новые возможности для стратегического управления бизнесом через использование корпоративной цифровой среды. Современные цифровые платформы, технологии Big Data, искусственный интеллект и другие инструменты позволяют компаниям не только оптимизировать бизнес-процессы, но и принимать более обоснованные стратегические решения.

Корпоративная цифровая среда становится ключевым элементом стратегического управления, обеспечивая гибкость, оперативность и адаптивность бизнеса. Она позволяет компаниям анализировать большие объемы данных, прогнозировать изменения на рынке и быстро реагировать на них. Кроме того, цифровая среда способствует интеграции различных функциональных областей компании, что повышает эффективность управления и создает условия для инновационного развития.

Одним из важных аспектов использования корпоративной цифровой среды является управление человеческим капиталом. Цифровые инструменты позволяют автоматизировать процессы подбора, обучения и мотивации сотрудников, а также создавать условия для развития корпоративной культуры и повышения вовлеченности персонала.

Таким образом, исследование методов влияния стратегического управления с помощью корпоративной цифровой среды является актуальным направлением, которое открывает новые перспективы для развития бизнеса в условиях цифровой трансформации.

### ***Библиографический список:***

1. Бродский Г. С., Айвазов А. Р. Автоматизированное управление дорожным движением в городской среде // Мир дорог. 2007. № 26. С. 2–3.
2. Ахмадинуров М. М., Тимофеева Г. А. Модели массового обслуживания в задаче оптимизации работы светофора // Вестник СГТУ. 2011. №1 (57). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modeli-massovogo-obsluzhivaniya-v-zadache-optimizatsii-raboty-svetofora> (дата обращения: 21.03.2018).
3. Шокин, А. Г. Новые методы помехо-устойчивого кодирования информации / А. Г. Шокин, Н. Е. Сапожников, Д. В. Моисеев // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. – Т. 6, № 9(60). – С. 26-30. – EDN QBGNRG.
4. Шумпетер Й. Теория экономического развития: исследование предпринимательской прибыли, капитала, кредита, процента и цикла конъюнктуры. Пер. с нем. М.: Прогресс; 1982. 455 с.

5. Tapscott D. The digital economy: Promise and peril in the age of networked intelligence. New York, NY: McGraw-Hill; 1995. 368 p

6. Щербаков А.Г. Развитие организационно-экономического механизма функционирования высокотехнологичных предприятий при внедрении цифровых технологий (на примере предприятий оборонно-промышленного комплекса России). Дис. ... канд. экон. наук. М.: ВНИИ «Центр»; 2019. 163 с.

7. Иванов В.В., Малинецкий Г.Г. Цифровая экономика: мифы, реальность, возможности. М.: Российская академия наук; 2017. 64 с.

8. Гейтс Б. Бизнес со скоростью мысли. Пер. с англ. М.: Эксмо-Пресс; 2000. 480 с.

9. Завьялов А. Большой гайд по управлению бизнес-процессами: главное, что должен знать каждый менеджер. Skillbox Media. 12.07.2022. URL: <https://skillbox.ru/media/management/bolshoy-gayd-obu-pravlenii-biznesprotsessami-glavnoe-chto-dolzhen-znat-kazhdyy-menedzher/>

10. Moiseev, D. Models of the threat of virus idea dissemination in information-telecommunication networks / D. Moiseev, V. Miryanova // III International Workshop on Modeling, Information Processing and Computing (MIP: Computing-2021), Krasnoyarsk, 28 мая 2021 года. Vol. 2899. – Krasnoyarsk, Russia: CEUR-WS, 2021. – P. 175-180. – DOI 10.47813/dnit-mip3/2021-2899-175-180.

11. Bryukhovetskiy, A. Modeling the change detection process state of objects in monitoring data / A. Bryukhovetskiy, D. Moiseev // III International Workshop on Modeling, Information Processing and Computing (MIP: Computing-2021), Krasnoyarsk, 28 мая 2021 года. Vol. 2899. – Krasnoyarsk, Russia: CEUR-WS, 2021. – P. 36-42. – DOI 10.47813/dnit-mip3/2021-2899-36-42.

12. Moiseev, D. Development of a method for automatic compensation of energy dependence of the sensitivity / D. Moiseev, L. Lukina // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Sevastopol, 07–11 сентября 2020 года. – Sevastopol, 2020. – P. 052032. – DOI 10.1088/1757-899X/971/5/052032.

13. Doronina, J. V. Approach to the Design of Systems with Variable Structure based on the Finite-Automaton Model / J. V. Doronina, A. V. Skatkov, D. V. Moiseev // 2020 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies, FarEastCon 2020, Vladivostok, 06–09 октября 2020 года. – Vladivostok, 2020. – P. 9271356. – DOI 10.1109/FarEastCon50210.2020.9271356.

14. Интеллектуальная система мониторинга для решения крупномасштабных научных задач в облачных вычислительных средах / А. В.

Скатков, А. А. Брюховецкий, Д. В. Моисеев, Т. А. Абрамов // Информационно-управляющие системы. – 2017. – № 2(87). – С. 19-25. – DOI 10.15217/issnl684-8853.2017.2.19.

15. Protection of information presented as pseudo-probabilistic display in the information exchange channels of UMV / D. V. Moiseev, E. N. Mashenko, V. V. Nikishin, L. I. Lukina // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Krasnoyarsk, 16–18 апреля 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 862. – Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 52057. – DOI 10.1088/1757-899X/862/5/052057.

16. Modelling performing calculations over the data presented in a probabilistic form / N. Sapozhnikov, A. Polyakov, A. Bryukhovetskiy, D. Moiseev // MATEC Web of Conferences : 2018 International Conference on Modern Trends in Manufacturing Technologies and Equipment, ICMTMTE 2018, Sevastopol, 10–14 сентября 2018 года. Vol. 224. – Sevastopol: EDP Sciences, 2018. – P. 04019. – DOI 10.1051/mateconf/201822404019.

## ИТ В ОБРАЗОВАНИИ, ПОДГОТОВКА И ПЕРЕПОДГОТОВКА ИТ-СПЕЦИАЛИСТОВ

УДК 378.147

**Н.В. Жигadlo<sup>1</sup>**, учитель начальных классов

**М.А. Одинокaя<sup>2</sup>**, кан. пед. наук, доцент Высшей школы лингвистики и педагогики Гуманитарного института

<sup>1</sup>Гимназия №652

<sup>2</sup>Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»

### **РОЛЬ ТЕХНОЛОГИИ МИКРООБУЧЕНИЯ В ПРАКТИКЕ РАБОТЫ СОВРЕМЕННОГО ПЕДАГОГА НАЧАЛЬНОЙ ШКОЛЫ В УСЛОВИЯХ РЕАЛИЗАЦИИ ФГОС НОО**

#### **Аннотация**

*В тезисах рассматривается роль технологии микрообучения как дополнительного инструмента повышения эффективности подготовки учащихся начальных классов. Выявления особенностей использования технологии микрообучения в условиях освоения учащимися программы начальной школы. Предпринята попытка изучить научный опыт исследователей по вопросу использования технологии микрообучения в практике российской начальной школы. Уточнено понятие технологии микрообучения. Представлены ключевые характеристики технологии микрообучения. Выявлено, что технология микрообучения отвечает образовательным потребностям современного учащегося.*

*Ключевые слова: технология микрообучения, учащийся, практика, педагог, начальная школа*

**N.V. Zhigadlo<sup>1</sup>**, teacher

**M.A. Odinokaya<sup>2</sup>**, PhD, Associate Professor, Graduate School of Linguistics and Pedagogy of Institute of Humanities

<sup>1</sup>Gymnasium №652

<sup>2</sup>Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

### **THE ROLE OF MICRO-LEARNING TECHNOLOGY IN THE WORK PRACTICE OF A MODERN PRIMARY SCHOOL TEACHER IN THE CONDITIONS OF IMPLEMENTATION OF FSES NOO**

#### **Abstract**

*The theses examine the role of microlearning technology as an additional tool for increasing the effectiveness of training primary school learners. Identification of features of the use of microlearning technology in the context*

*of students mastering the primary school program. An attempt was made to study the scientific experience of researchers on the use of microlearning technology in the practice of Russian primary schools. The concept of microlearning technology has been clarified. The key characteristics of microlearning technology are presented. It has been revealed that microlearning technology meets the educational needs of the modern learner.*

*Key words: microlearning technology, learner, practice, teacher, Primary School*

Наблюдающаяся тенденция современной системы начального образования к повсеместному использованию новейших информационно-коммуникационных технологий становится константой в свете новых требований ФГОС НОО. В свете цифровых условий современные учащиеся обладают одновременное восприятие разнородных элементов [1], фрагментарным восприятием и дефицитом внимания [2]. Изложенные аргументы позволяют нам говорить и необходимости рассмотрения эффективного инструмента, способствующего снятию их когнитивной нагрузки.

Одной из таких технологий может стать микрообучение. Под технологией микрообучения нами понимается эффективный дополнительный инструмент, в основе которого лежит интеграция, раздробленных на небольшие по объёму, разных теоретических и практических тематических блоков учебного материала, оснащённых средствами визуализации (инфографики, песочная анимация, таблицы, лонгрид, квиз, эрбу анимация, пазл-кроссенс, презентация, подкаст, онлайн-тренажёры, схемы, цифровое коллажирование, кейсы с элементами игрофикации и т.д.), которые подлежат изучению учащимися. Каждый тематический блок учебного материала должен иметь одну чёткую идею, которая направлена на раскрытие заявленной в уроке учебной темы или аспекта темы. Использование технологии микрообучения должно происходить на регулярной основе.

Ценное преимущество технологии микрообучения заключается в сосредоточении внимания учащихся на фрагментарных действиях и отработать их в условиях пошагового регулирования педагогом [3]. Использование технологии микрообучения позволяет нивелировать перегруженность информацией, отвлекающие факторы, Главным критерием микроформата является акцент на запоминании и отработке чётко выделенном фрагменте учебного материала и связанных с этим фрагментом учебных действий.

Среди затруднений, с которыми может столкнуться современный педагог можно обозначить необходимость своевременного обновления

учебного материала и обеспечение связи с другими микро-уроками [4]. Технология микрообучения не подходит для глубинного погружения в учебную тему, так как данный формат обучения не обеспечивает учащегося детальной и исчерпывающей информацией относительно учебных тем, вызывающих у учащихся затруднения.

Технология микрообучения направлена на проработку отдельных ключевых фрагментов учебного материала. Для проработки концептуального аспекта учебного материала можно использовать технологию макрообучения [5].

В заключении нами сделан вывод, что роль технологии микрообучения заключается в формировании долгосрочных устойчивых знаний путём преобразования подачи учебного материала персонализированным способом, что достигается сосредоточением внимания учащихся младшей школы на фрагментарных действиях и отработать их в условиях регулирования педагогом. Технология микрообучения направлена на связывание небольших по объёму разных тематических блоков учебного материала; на адаптивность текстового и визуального учебного материала под персонализированные образовательные потребности и особенности учащегося; на интеграцию теоретических и практических аспектов учебного предмета; на обеспечение повторяемости интервалов и пересмотра содержания обучения; на отслеживание динамики достижения образовательных результатов учащихся младшей школы; на возможность получения продуктивного результата действий учащихся.

#### ***Библиографический список:***

1. Обыденкова В. К. Предпосылки становления киберпедагогики как науки XXI века // Философские проблемы информационных технологий и киберпространства 2015. № 2. С. 85–103.
  2. Сливная Е. М. Микрообучение как инновационная технология в преподавании иностранного языка в условиях современной реальности // Гуманитарные и социальные науки 2021. № 6. С. 166–171.
  3. Захарова Е. А. Технология микрообучения: эффективный инструмент формирования и оценки профессиональных компетенций будущих учителей // КАНТ 2021. № 2 (39). С. 328–332.
  4. Диденко Э. Н. Микрообучение как технология преподавания иностранного языка в неязыковом вузе // Филологические науки. Вопросы теории и практики 2023. № 2. С. 640–644.
  5. Якунина И. Е., Белых И. В. Непрерывное профессиональное развитие педагогических работников Тульской области // Нижегородское образование 2020. № 1. С. 19–26.
- УДК 378.147



**М.А. Одинокaя<sup>1</sup>, кан. пед. наук, доцент Высшей школы лингвистики и педагогики Гуманитарного института**

**А.Н. Пятницкий<sup>2</sup>, кан. пед. наук, доцент Кафедры иностранных языков Гуманитарного института**

<sup>1</sup>*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»*

<sup>2</sup>*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИММЕРСИВНОЙ КЕЙС-ТЕХНОЛОГИИ КАК ИНСТРУМЕНТА РАЗВИТИЯ КРЕАТИВНОСТИ СТУДЕНТОВ ИНЖЕНЕРНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ**

### **Аннотация**

*В тезисах доклада рассматривается сущность иммерсивной кейс-технологии в образовательном контексте высшей школы. Особое внимание уделяется раскрытию иммерсивной составляющей кейс-технологии. Предпринята попытка привести авторскую таксономию проблемно-ориентированных учебных кейсов.*

*Ключевые слова: информационно-коммуникационные технологии, иммерсивная кейс-технология, проблемно-ориентированный кейс, студенты, игрофикация, инженерные направления, креативность*

**M.A. Odinokaya<sup>1</sup>, PhD, Associate Professor, Graduate School of Linguistics and Pedagogy, Institute of Humanities**

**A.N. Pyatnitskiy<sup>2</sup>, PhD, Associate Professor, Department of Foreign Language, Institute of Humanities**

<sup>1</sup>*Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University*

<sup>2</sup>*Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University*

## **USING IMMERSIVE CASE TECHNOLOGY AS A TOOL FOR DEVELOPING CREATIVITY OF ENGINEERING STUDENTS**

### **Abstract**

*The abstract of the report examines the essence of immersive case technology in the educational context of higher education. Particular attention is paid to revealing the immersive component of case technology. An attempt has been made to present the author's taxonomy of problem-oriented educational cases.*

*Key words: information and communication technologies, immersive case technology, problem-oriented case, students, gamification, engineering areas, creativity*

В связи со стремительным развитием информационно-коммуникационных технологий особо значимым становится умение распознать значимый фрагмент информации и комплементарно видеть её панорамное представление [1]. Данное качество находится в неразрывной связи с феноменом креативности, побуждающим студента к обнаружению и выдвижению уникальных способов решения проблемно-ориентированных ситуаций [2].

Одной из таких технологий может стать иммерсивная кейс-технология. Под иммерсивной кейс-технологией нами понимается процесс разрешения студентом смоделированного комплекса конкретных проблемно-ориентированных учебных кейсов с использованием элементов игрофикации, с которыми современный студент может столкнуться в профессиональной персонифицированной практике.

Иммерсивный компонент является средством создания визуализации увлекательного, понятного для студента кейса, где происходит симуляция как ментального, так и чувственного восприятия учебного контента, представленного в новой форме, стимулирующие вовлечённость в сюжет проблемно-ориентированного учебного кейса, неповторимые эмоциональные переживания; вовлечение в тактику кейса, а также активное взаимодействие зрителя и персонажей кейса, позволяющие задать ход мыслей студента в креативном русле [3].

Студенты становятся не только наблюдателями, но и активными участниками виртуальных действий. Они могут реагировать на поведение персонажей разворачивающегося сюжета, демонстрируя свои реакции и направляя сюжет в нужное русло.

Результаты проблемно-ориентированных кейсов покажут, как студент принимает осознанные решения, насколько у студента развита внимательность, критическое мышление, сообразительность и цепкость ума [4]. Как правило, причина ошибок студента – невнимательность.

Все проблемно-ориентированные учебные кейсы можно условно разделить на ряд категорий: частные (редко встречающиеся в практике, но имеющие место быть), функциональные (часто встречающиеся на практике), экстраполированные (те, которые переносятся из одной сферы жизнедеятельности человека в другую), композиционные, динамические, гибридные (смешанный тип).

Иммерсивная кейс-технология предполагает наличие не единственного заданного пошагового (технологичного) решения, а ориентацию студентов инженерных направлений в ключевых местах проблемно-панорамного поля и поиске множества вариантов пошаговых

(технологичных) решений. Верное (простое, но косвенное) решение может разительно отличаться от ошибочного (сложного, лобового) экономией действий со стороны студента.

В заключении сделан вывод о том, что дидактические возможности иммерсивной кейс-технологии позволяют стимулировать студента на развитие умения синергетически видеть, как точечный фрагмент информации, требующий сфокусированного внимания студента инженерных направлений, так и панорамное видение проблемно-ориентированного кейса, что в целом способствует совершенствованию креативного потенциала студента. Иммерсивная кейс-технология направлена на развитие умения находить главное в проблемно-ориентированной ситуации, видеть информацию, представленную в латентном виде, и подбирать ключ к её решению.

#### ***Библиографический список:***

1. Жигadlo В. Э., Одинокaя М. А., Жигadlo Н. В. Междисциплинарные особенности использования организации непрерывного образования в области информационно-психологической и когнитивной безопасности // В сборнике: Информационная безопасность регионов России (ИБРР-2021). Материалы XII Санкт-Петербургской межрегиональной конференции. Санкт-Петербург, 2021. С. 366–367.

2. Одинокaя М. А., Рубцовa А. В., Ерёмин Ю. В. Модель креативно-ориентированного обучения устному профессиональному общению на иностранном языке // Научно-методический электронный журнал «Концепт» 2024. № 3. С. 1–14.

3. Одинокaя М. А., Баринова Д. О., Крылова Е. А. Использование проектной технологии как средства формирования креативности будущих инженеров в современном мультикультурном пространстве технического вуза // Азимут научных исследований: педагогика и психология 2023. Т. 12. № 2 (43). С. 71–74.

4. Емельянов М. Г. Тренируй интеллект / М. Г. Емельянов – М.: Московский финансово-промышленный университет «Синергия» 2012. С. 6.

УДК 378.147

**М.А. Одинокaя<sup>1</sup>**, кан. пед. наук, доцент Высшей школы лингвистики и педагогики Гуманитарного института

**А.Н. Пятницкий<sup>2</sup>**, кан. пед. наук, доцент Кафедры иностранных языков Гуманитарного института

<sup>1</sup>*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»*

<sup>2</sup>*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»*

## **ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ КРЕОЛИЗАЦИИ КАК ИНСТРУМЕНТА СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЯЗЫКОВЫХ НАВЫКОВ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ**

### **Аннотация**

*В тезисах доклада рассматривается дидактический потенциал использования технологии креолизации в процессе преподавания иностранных языков в высшей школе. Предпринята попытка уточнить термин «технология креолизации». Выявлен механизм взаимодействия вербального компонента (представленного в виде иноязычного слова) (традиционный формат) и визуального компонента-спутника (представленного в бумажном и/или цифровом формате в виде значимого изображения).*

*Ключевые слова: информационно-коммуникационные технологии, технология креолизации, иностранный язык, студент-магистрант, высшая школа*

**M.A. Odinokaya<sup>1</sup>**, PhD, Associate Professor, Graduate School of Linguistics and Pedagogy, Institute of Humanities

**A.N. Pyatnitskiy<sup>2</sup>**, PhD, Associate Professor, Department of Foreign Language, Institute of Humanities

<sup>1</sup>*Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University*

<sup>2</sup>*Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University*

## **FEATURES OF USING CREOLIZATION TECHNOLOGY AS A TOOL FOR IMPROVING LANGUAGE SKILLS IN GRADUATE SCHOOL**

### **Abstract**

*The abstract of the report examines the didactic potential of using creolization technology in the process of teaching foreign languages in higher education. An attempt has been made to clarify the term “creolization technol-*

*ogy". The mechanism of interaction between the verbal component (presented in the form of a foreign language word) (traditional format) and the visual satellite component (presented in paper and/or digital format in the form of a meaningful image) has been identified.*

*Key words: information and communication technologies, creolization technology, foreign language, master's student, graduate school*

В свете стремительного развития информационно-коммуникационных технологий происходит трансформация восприятия иноязычного учебного материала современными студентами-магистрантами [1]. Она зачастую носит стихийный бессознательный характер [2]. Одной из главных особенностей цифровой реалии становится получение возможности студентом-магистрантом осуществить персонализированную свободу выбора освоения иноязычного учебного материала [3].

Одной из таких технологий может стать креолизация. Под технологией креолизации нами понимается с одной стороны, процесс интеграции вербального компонента (представленного в виде иноязычного колоритного слова/ речи) (традиционный формат) и визуального компонента-спутника (представленного в бумажном и/ или цифровом формате в виде значимого изображения), задающего камертон при иллюстрировании слова, в частности, представленной в виде инфографики, чертежа, филворда, диаграммы, визуальной новеллы, QR-кода, схемы, сканфорда, образа, облака слов и т.д., с другой стороны – квинтэссенцию процесса слияния двух фундаментальных компонентов (композицию) – качественно новый образованный продукт, который обеспечивает эскалационное воздействие на целевую аудиторию, ею воспринимается и интерпретируется персонально во всеобъемлющем аспекте [4]. Визуальный компонент феномена креолизации может быть представлен в двух форматах – явном (представленным в виде иллюстрации) и латентном / непрявленным (ментальный образ).

Слово является выражением мысли. Слово влияет на восприятие и формирует его. Отсутствие слова для обозначения концепта означает, что человеку представляется затруднительным его распознать. Сфокусированная мысль приобретает форму и выражается визуально. Именно цепочка ассоциаций, возникающая в сознании человека, формирует смысловые связи – один образ влечёт за собой другой, что, в свою очередь, запускает процесс обработки информации, способствующий модифицированию её восприятия, заставляя мозг достраивать концепт фрагментарно.

Следует отметить, что визуальный компонент представляет собой синтезирующую деятельность, при которой сознание человека обрабатывает больше информации за определённый период времени, чем при чтении учебного текста. Современная визуальная коммуникация, айдендика, базируется на трёх составляющих – пропорции, композиции, цвете. Изображения привлекают и удерживают внимание студента, поэтому они выполняют важную функцию в этом процессе [5].

В заключении сделан вывод о том, что в современном иноязычном коммуникативном пространстве дидактический потенциал технологии креолизации заключается в акцентировании внимания студента-магистранта на композиции слова и визуального ряда, призванного распознаванию незамеченных ранее данных, способствующих самостоятельному выявлению в них скрытых закономерностей, как важнейших средств иноязычной коммуникации в условиях развития информационно-коммуникационных технологий. Логическая модель представления знаний играет большую роль во всех сферах жизнедеятельности человека.

#### ***Библиографический список:***

1. Жигадло В. Э., Одинокая М. А., Жигадло Н. В. Технология интерактивного обучения как условие деятельности российского преподавателя в профессиональной деятельности // Региональная информатика (РИ-2020) XVII Санкт-Петербургская международная конференция. Материалы конференции. Том Часть 2. Санкт-Петербург. 2020. С. 50–51.
2. Бондаревский Д. В. Феномен креолизации и аналитические тенденции // Вестник НовГУ 2010. № 57. С. 13–16.
3. Обыденкова В. К. Предпосылки становления киберпедагогики как науки XXI века // Философские проблемы информационных технологий и киберпространства 2015. № 2. С. 85–103.
4. Трубицина Н. А., Вернигора Р. С. Поликодовость, креолизация, жанровая диффузия: о природе современного журналистского текста // Актуальные вопросы современной филологии и журналистики 2023. № 2 (49). С. 90–94.
5. Исхакова О. С. Динамика развития журнала моды как креолизованного текста (на материале анализа английского глянцевого журнала Harper's Bazaar) // Философские науки. Вопросы теории и практики 2016. № 7-2 (61). С. 104–106.

УДК 519.6:378.6

**А.Д. Косолапов<sup>1</sup>**, кандидат педагогических наук, доцент, заведующий кафедрой математических, естественнонаучных и общеприкладных дисциплин

**А.И. Примакин<sup>1</sup>**, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры математических, естественнонаучных и общеприкладных дисциплин

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский военный ордена Жукова институт войск национальной гвардии Российской Федерации, Летчика Пилютова ул., 1, Санкт-Петербург, 198206, Россия, a.kosolapov@mail.ru, a.primakin@mail.ru

## **ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ КУРСАНТОВ РОСГВАРДИИ**

### **Аннотация**

*В статье представлены возможности применения информационных технологий для инженерно-технической подготовки курсантов, приводится решение ряда инженерных задач с помощью интегрированного математического пакета Mathcad, который позволяет автоматизировать ход решения задачи и визуализировать полученный результат, что способствует эффективному формированию общепрофессиональных компетенций у курсантов, обучающихся по специальности 17.05.02 Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие.*

*Ключевые слова: информационные технологии, компетентностный подход, интегрированный математический пакет Mathcad, задачи в ходе инженерно-технической подготовки курсантов*

**A.D. Kosolapov<sup>1</sup>**, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Mathematical, Natural Sciences and General Applied Disciplines

**A.I. Primakin<sup>1</sup>**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Mathematical, Natural Sciences and General Applied Disciplines

<sup>1</sup>St. Petersburg Military Institute of the Order of Zhukov of the National Guard of the Russian Federation, Pilot Pilyutov str., 1, St. Petersburg, 198206, Russia, a.kosolapov@mail.ru, a.primakin@mail.

## **APPLICATION OF INFORMATION TECHNOLOGY FOR ENGINEERING AND TECHNICAL TRAINING OF ROSSGUARD CADETSHAZBANIYE**

## **Abstract**

*The article presents the possibilities of using information technologies for engineering and technical training of cadets. The solution of a number of engineering problems is presented using the integrated mathematical package Mathcad, which allows you to automate the process of solving the problem and visualize the result obtained, which contributes to the effective formation of general professional competencies among cadets studying in specialty 17.05. 02 Small arms, cannon, artillery and missile weapons.*

*Key words: information technology, competency-based approach, integrated mathematical package Mathcad, tasks during engineering and technical training of cadets*

На кафедре математических, естественнонаучных и общеприкладных дисциплин Санкт-Петербургского военного ордена Жукова института войск национальной гвардии Российской Федерации в соответствии с учебным планом подготовки курсантов по специальности 17.05.02 Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие, изучаются такие дисциплины инженерно-технического профиля, как «Высшая математика», «Физика», «Теоретическая и прикладная механика», «Теория механизмов и детали машин», «Сопротивление материалов» и др.

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по данной специальности определяет основные универсальные и общепрофессиональные компетенции, которые предполагают формирование у обучающихся практических навыков в области решения инженерных задач посредством применения ими методов математического анализа, навыков моделирования исследуемых процессов, знания алгоритмов и процедур для решения технических и проектных задач в среде специализированных компьютерных программ [1].

Эффективно развивать подобные инженерно-технические навыки возможно посредством применения компетентностного подхода к процессу обучения курсантов, в первую очередь, физико-математическим и инженерно-техническим дисциплинам [2, 3].

В основе методик, построенных на компетентностных подходах, лежат принципы наглядности, автоматизации алгоритмов и процедур математической обработки исходных данных, интерактивности и оперативности взаимодействия в системе курсант-АРМ (автоматизированное рабочее место) при «дружественном» интерфейсе. Очевидно, что перечисленные принципы позволяют лучше раскрыть индивидуальные способности курсантов, способствуют повышению мотивации и интереса к получаемым знаниям. Определяющую роль в реализации основ



компетентностного подхода при обучении курсантов инженерно-техническим дисциплинам призваны решать информационные технологии в форме применения специализированного программного обеспечения, такого как интегрированного математического пакета Mathcad – для решения расчетных физико-математических задач [4, 5]; электронных образовательных ресурсов для высших учебных заведений, созданных компанией «Физикон» – старейшим российским разработчиком электронных образовательных ресурсов и инструментов, – образовательным сервисом «Облако знаний», в котором при разработке заданий используется компетентностный подход [6]; графической программы КОМПАС-3D, в среде которой курсанты изучают и выполняют расчетно-графические работы по дисциплинам: «Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика», «Теория механизмов и детали машин» и др. [7].

В рамках настоящей статьи рассмотрим некоторые перспективы и возможности применения информационных технологий в рамках интегрированного математического пакета Mathcad [8].

Интерфейс программы Mathcad позволяет вводить обрабатываемую информацию в привычной для пользователя форме – «как видим, так и пишем», что существенно упрощает работу в данной математической среде. Рассмотрим возможности решения ряда часто встречающихся задач по высшей математике [9, 10] с помощью данного математического пакета [11, 12].

Опыт преподавания математических дисциплин позволяет определить некоторые темы, которые вызывают затруднения у обучающихся и абитуриентов. Прежде всего, это алгебраические уравнения и решение их систем. Сложности связаны с нахождением корней, построением и анализом графиков функций, нахождением производных и интегралов.

На рисунке 1 представлен алгоритм решения подобных задач в среде интегрированного математического пакета Mathcad, обеспечивающий простоту построения необходимых графиков, возможность аналитического решения задач дифференцирования, нахождение корней уравнения с помощью очень удобного вычислительного блока *Given/Find*. Изменение исходных данных сразу же сказывается на результатах расчета, что стимулирует аналитические способности обучающихся и обеспечивает лучшее понимание ими изучаемой темы.

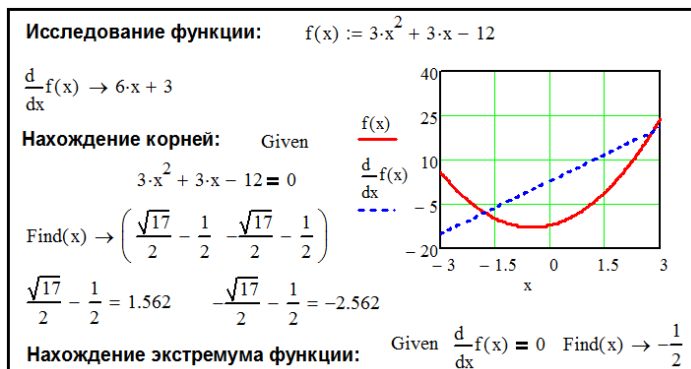


Рисунок 1 – Алгоритмы исследования функций и построения их графиков в среде интегрированного математического пакета Mathcad

Решение системы двух нелинейных уравнений иллюстрирует рисунок 2. Нахождение символьным процессором математического пакета Mathcad корней системы нелинейных уравнений визуализируется на приведенном графике, где в точках пересечения графиков одновременно выполняются оба уравнения, т.е. их координаты являются искомыми решениями системы. В данном случае, в одной точке  $x_1 = 1$ ;  $y_1 = 0$ , а в другой точке  $x_2 = -\frac{1}{2}$ ;  $y_2 = -\frac{3}{4}$  (рисунок 2).

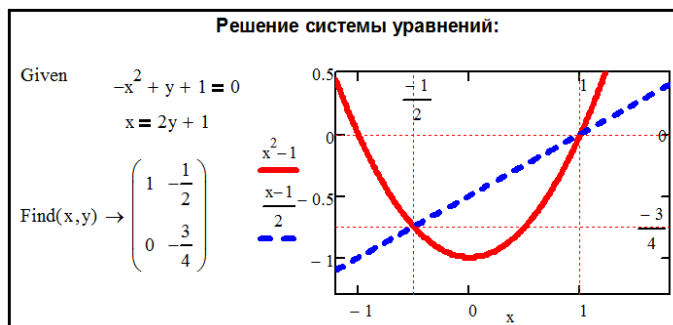


Рисунок 2 – Алгоритм решения системы двух нелинейных уравнений в среде интегрированного математического пакета Mathcad

Еще одной непростой, но очень важной для курсантов темой является теория вероятностей и математическая статистика.

Математический пакет Mathcad позволяет моделировать выборки случайных чисел, которые бы соответствовали изучаемому закону распределения случайной величины.

На рисунке 3 представлены некоторые функции плотности распределения вероятностей с использованием встроенных в Mathcad макросов: логистического ( $dlogis(x, m, s)$ ), равномерного ( $dunif(x, a, b)$ ) и гамма-распределения ( $dgamma(x, s)$ ) соответственно.

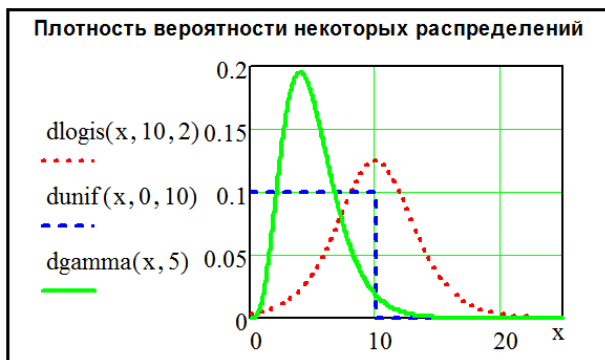
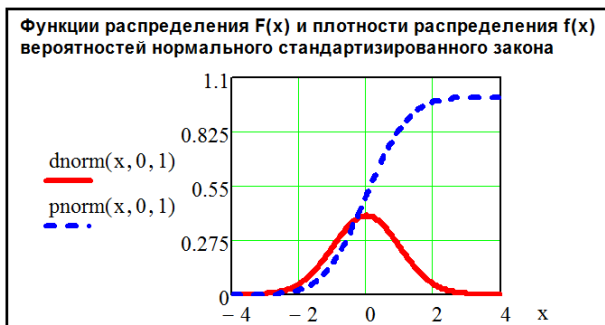


Рисунок 3 – Некоторые функции плотности распределения вероятностей в среде интегрированного математического пакета Mathcad

Изменения исходных параметров-статистик математического ожидания ( $m$ ), границ интервала ( $a, b$ ) и параметра формы ( $s$ ) позволяют наблюдать, как меняется вид и расположение (смещение) на оси  $x$  соответствующих графиков.

Поскольку «базовым» в процессе обучения является нормальный закон распределения, то основные его закономерности и параметры без каких-либо дополнительных процедур легко могут быть получены и визуализированы с помощью функции ( $*norm(x, m, \sigma)$ ), в которой под символом ( $*$ ) подразумевают функции плотности распределения вероятности ( $d * (x, par)$ ), функции распределения ( $p * (x, par)$ ), квантиля распределения ( $q * (x, par)$ ) и вектора из  $M$  независимых случайных чисел ( $q * M, par$ ). Возможности подобной визуализации для нормального стандартизированного ( $m = 0, \sigma = 1$ ) закона представлены на рисунке 4.



*Рисунок 4 – Графики функции распределения  $F(x)$  и плотности распределения  $f(x)$  вероятностей нормального стандартизированного закона в среде интегрированного математического пакета Mathcad*

Таким образом, представленный в статье материал, позволяет уверенно и обоснованно утверждать, что применение информационных технологий существенно повышает эффективность инженерно-технической подготовки курсантов Росгвардии.

#### **Библиографический список:**

1. Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 18 августа 2020 г. № 1053 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 17.05.02 Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие» (Зарегистрировано в Минюсте России 08.09.2020 № 59711) (с изменениями и дополнениями), (ред. с изм. № 662 от 19.07.2022, № 208 от 27.02.2023).

2. Образцов П. И., Косухин В. М. Дидактика высшей военной школы: Учебное пособие. Орел: Академия Спецсвязи России, 2004. 317 с.

3. Андриенко А. С. Компетентностно-ориентированный подход в системе высшего образования: история, современное состояние и перспективы развития: монография / А. С. Андриенко. Чебоксары: ИД «Среда», 2018. 92 с.

4. Новые технологии в методике преподавания военных дисциплин: сб. тез. докл. науч-практ. семинара / под общ. ред. О. В. Сивца. Минск: БГУ, 2014. 152 с.

5. Решение инженерных задач в пакете MathCAD: учеб. пособие / Ю. Е. Воскобойников; под ред. Ю. Е. Воскобойникова; Новосиб. гос. архитектур.-строит. ун-т (Сибстрин). Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2013. 120 с.

6. Знакомьтесь, это облако знаний // URL: <https://oblakoz.ru/> (дата обращения: 01.08.2024).

7. Продукты КОМПАС-3D для учебы // URL: <https://kompas.ru/solutions/education/> (дата обращения: 01.08.2024).

8. Макаров Е. Г. Инженерные расчеты в Mathcad 15: Учебное пособие СПб.: Изд-во «Инфра-инженерия», 2024. 408 с.

9. Щипачев В. С. Высшая математика: учебник для вузов 4-е изд. М.: Юрайт, 2014, 607 с.

10. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика. М.: Юрайт, 2015. 480 с.

11. Кирьянов Д. В. Mathcad 15 / Mathcad Prime 1.0, СПб: БХВ-Петербург, 2012 + Видеокурс. 432 с.

12. Вайнштейн И. И., Кустицкая Т. А. Теория вероятностей и математическая статистика. Методы математической статистики и их реализация в среде Mathcad. Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2012. 88 с.

УДК 004.946

**Д.А. Куценко,**

**А.Е. Безуглая, канд. техн. наук**

*Севастопольский государственный университет ул. Университетская  
33, г. Севастополь, Россия, 299053*

*e-mail: i@kutsenkodi.ru*

## **ПРИМЕНЕНИЕ ИММЕРСИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБРАЗОВАНИИ**

### **Аннотация**

*По мере того, как мир становится все более технологически управляемым, традиционное обучение, когда преподаватель стоит перед аудиторией, всё больше уходит в прошлое. Традиционные методы обучения имеют значительные и общепризнанные ограничения. Каждый обучающийся уникален, и это отражается на том, как он обрабатывает и сохраняет информацию. И для многих предоставление увлекательного и интерактивного контента предлагает более инклюзивный и доступный опыт обучения, особенно для тех, кто предрасположен к визуальному и кинестетическому стилю обучения*

*Ключевые слова: AR, VR, иммерсивные технологии, образование.*

**D.A. Kutsenko**

**A.E. Bezuglaya**

*Sevastopol State University Universitetskaya Str. 33, Sevastopol, Russia,  
299053 e-mail: dariagalich22@gmail.com*

## **THE USE OF IMMERSIVE TECHNOLOGIES IN EDUCATION**

### **Abstract**

*As the world becomes more technologically driven, traditional teaching, where the instructor stands in front of the classroom, is increasingly becoming a thing of the past. Traditional teaching methods have significant and recognised limitations. Every learner is unique, and this affects how they process and retain information. And for many, providing engaging and interactive content offers a more inclusive and accessible learning experience, especially for those who are predisposed to visual and kinaesthetic learning styles*

*Keywords: AR, VR, immersive technologies, education.*

Исследования показали, что программы с использованием иммерсивных технологий могут быть на 70% эффективнее [1], чем традиционное и обычное электронное обучение. При этом иммерсивное обучение обычно не стремится заменить традиционные методы обучения. Вместо этого оно предназначено для использования вместе с

занятиями в аудитории, чтобы помочь студентам визуализировать важные концепции и моменты.

Виртуальная и дополненная реальность предлагают преимущества, которые поддерживают обе эти составляющие:

- расширение сотрудничества и командной работы: AR и VR помогают улучшить сотрудничество как между преподавателем и студентом, так и между студентами, помогая развивать командную работу;

- лучшее понимание концепций: иммерсивный опыт снижает когнитивную нагрузку, дополненная и виртуальная реальность помогают обучающимся лучше понять абстрактные темы, что невозможно сделать с помощью традиционных методов обучения, немедленная актуализация теории улучшает запоминание знаний, при этом уровень удержания при обучении в виртуальной реальности достигает 75% по сравнению с 5-10% для других методов обучения. Практический опыт стимулирует эмоциональный отклик обучающегося и делает обучение более запоминающимся [2]:

- геймификация обучения: студенты находят виртуальный контент привлекательным, поэтому хорошо вовлекаются в учебный процесс;

- VR и AR могут быть полезны для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья. Некоторые модели VR и AR специально разработаны для различных типов инвалидности и позволяют обучающимся просто регулировать свои устройства, не изолируясь от группы;

- студенты могут ощущать, что происходит вокруг них, это известно, как кинестетическое обучение, которое само по себе имеет свои преимущества, такие как усиление долговременной памяти;

- персонализация обучения: иммерсивное обучение на индивидуальном уровне позволяет использовать более персонализированные подходы, учитывающие различные стили обучения, скорость и способности каждого студента;

- улучшение аналитики обучения: использование технологий AR/VR позволяет анализировать такие данные, как продолжительность использования, количество повторений, процент завершения, зрительный контакт, язык тела и количество правильных ответов или взаимодействий, что помогает преподавателю получить более подробное представление об успехах студента. Сам обучающийся также может отслеживать свой собственный прогресс и вместе с преподавателем корректировать ход учебного процесса.

Стоит отметить, что в многочисленных публикациях, посвященных иммерсивным технологиям, практические рекомендации

по использованию этих технологий в обучении представлены разрозненно. В связи с этим представляется необходимым на основе анализа и обобщения отечественного и зарубежного опыта внедрения AR/VR в образовательный процесс выделить ключевые практические шаги, которые педагоги могут предпринять при интеграции иммерсивных технологий в свои программы обучения, а именно:

1. Определение целей и желаемых результатов обучения.
2. Выбор правильной технологии для работы. Каждая иммерсивная технология имеет уникальные преимущества и недостатки, поэтому правильный выбор технологии имеет решающее значение.
3. Четкая адаптация и безопасная среда. Крайне важно, чтобы студент чувствовал себя в безопасности и понимал, что он делает.
4. Планирование структуры курса. Чтобы получить максимальную отдачу от программы иммерсивного обучения, лучше интегрировать ее с уже имеющимися учебными планами и платформами для обучения.

Наряду с очевидными преимуществами технологий AR/VR существует и ряд проблем, к которым можно отнести [3]:

1. Высокую стоимость технологий и разработок.
2. Необходимость регулярного обновления программного и аппаратного обеспечения.
3. Риски для здоровья и безопасности пользователей.
4. Технологические проблемы.

Таким образом технологии AR/VR являются многообещающим дополнением к образовательному пространству из-за их иммерсивного характера. В высшем образовании использование иммерсивных технологий может повысить вовлеченность студентов в учебный процесс, помочь обучающимся понять абстрактные концепции, позволяет использовать более персонализированные подходы к обучению, улучшить аналитику обучения, при внедрении AR/VR в образовательный процесс необходимо определить цели и желаемые результаты обучения, выбрать технологию для работы, организовать безопасную среду обучения, спланировать структуру курса. Основными проблемами при внедрении AR/VR являются высокая стоимость технологий и разработок, необходимость регулярного обновления программного и аппаратного обеспечения, риски для здоровья и безопасности пользователей, технологические проблемы.

### ***Библиографический список***

1. Erbas C. D. Inbook: Egitim Teknolojileri Okumalari 2015 Chapter: 7 [Электронный ресурс] [2015]. URL: <https://www.researchgate.net/publication/>



303813572\_Egitimde\_sanal\_ve\_artirilmis\_gerceklik\_uygulamalari (дата обращения: 12.09.2023).

2. The Future of VR & AR in Education [Электронный ресурс] URL: <https://gettingsmart.com/2020/09/12/the-future-of-vr-ar-in-education/> (дата обращения: 12.09.2023).

3. А.А. П. Виртуальная реальность в иммерсивном обучении // Материалы XXXVI Всероссийской научно-практической конференции «Образование - Наука - Технологии», 2021.

УДК 004.35

**И.Е. Кисин, магистрант**

*Севастопольский государственный университет*

*ул. Университетская 33, г. Севастополь, Россия, 299053*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПРИЛОЖЕНИЙ С ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТЬЮ**

### **Аннотация**

*Тезисы к статье магистранта на тему «Исследование методов оптимизации моделей для приложений с дополненной реальностью». В данной статье рассматривается возможность и способы оптимизации трёхмерных моделей для последующего использования их в приложениях с технологией дополненной реальностью (AR)*

*Ключевые слова: 3D модель, трёхмерная модель, AR, дополненная реальность, оптимизация, треугольники, полигоны, текстуры, PBR, пайплайн.*

**I.E. Kisin, Master's student**

**Sevastopol State University**

**33 Universitetskaya St., Sevastopol, Russia, 299053**

## **RESEARCH OF OPTIMIZATION METHODS OF THREE-DIMENSIONAL MODELS FOR AUGMENTED REALITY APPLICATIONS**

### **Abstract**

*Abstracts for a master's student's article on the topic “Research of methods for optimizing models for applications with augmented reality.” This article discusses the possibility and methods of optimizing three-dimensional models for their subsequent use in applications with augmented reality (AR) technology.*

*Keywords: 3D model, three-dimensional model, AR, augmented reality, optimization, triangles, polygons, textures, PBR, pipeline.*

Трёхмерные модели (3D-модели) – это визуальное представление объекта в трех измерениях. Они используются в различных областях, таких как архитектура, игровая индустрия, медицина, производство и многие другие. Существует множество разновидностей 3D-моделей, каждая из которых имеет свои особенности и применения.

Имеются следующие типы моделей:

1. Полигональные модели
2. Нурбс-модели
3. Скульптурные модели
4. VR-модели

5. САПР-модели
6. Анимационные модели
7. Геометрические модели
8. Медицинские модели
9. Модели дополненной реальности

Каждый из этих типов 3D-моделей имеет свои особенности и применения. Разработчики приложений AR и игр, архитекторы, инженеры и медицинские специалисты могут выбирать тот тип модели, который наилучшим образом подходит для их конкретных потребностей.

Использование трёхмерных моделей в любых целях требует определённого количества затрачиваемых ресурсов системы. Для того, чтобы снизить потребляемые 3D моделями ресурсы системы, был выявлен стандартный пайплайн «оптимизации» 3D модели:

- 1) Моделируется 3D-скетч — быстрый, черновой «скульпт», который делает концепт-художник в программе Blender или ZBrush. На его пропорциях и силуэте будет базироваться финальная модель. Скетч делают без лишних деталей и подробных текстур;

- 2) При наличии анимации, следует применить их на 3D-скетче, чтобы заранее протестировать их работу в движении;

- 3) Моделирование высоко полигональной модели, на основе 3D скетча и 2D скетчей, подобранных заранее. При различных условиях высоко полигональная модель может создаваться как методом скульптинга, так и обычным методом полигонального моделирования. Скульптинг обычно используется при создании персонажей или любой органики/мягких поверхностей (Soft surface), полигональное моделирование обычно используется, если необходимо создать любую твёрдую/угловатую поверхность (hard surface);

- 4) Ретопология, создание упрощённой модели, позволяющее снизить количество полигонов с нескольких миллионов до нескольких тысяч, при этом самым важным является сохранение визуального качества;

- 5) Запекание PBR карт. Для сохранения визуального качества необходимо запечь нормали и затенения с геометрии высоко полигональной модели на низко полигональную. Для этого можно использовать как специализированный софт вроде xNormal, так и универсальное ПО такое как Blender или Substance Painter.

### ***Библиографический список:***

1. Мощенко О.И. «Приемы Hard Surface моделирования для Gamedev»: Статья в журнале// – М.: dtf.ru, 2021.

2. Верещагин А.Ф. «Создание 3D-моделей для мобильной игры: опыт Playkot»: Статья в журнале// – М.: dtf.ru, 2017.

3. Kyle Maxey «3D Sketching: What Design Engineers Need to Know»: Статья в журнале// – М.: engineersrule.com, 2015.

УДК 378.147

**А.В. Калугина**

**А.Е. Безуглая, канд. техн. наук**

*ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Российская Федерация, 299053*

## **АНАЛИЗ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СЕРВИСОВ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ВЕБ-ПРОГРАММИРОВА- НИЮ**

### **Аннотация**

*В статье рассматриваются современные подходы к обучению веб-программированию студентов средних специальных учебных заведений. Основное внимание уделяется разработке электронных образовательных ресурсов, включая создание веб-сайтов и тренажеров для автоматизированного обучения. Обсуждаются важность адаптации учебных материалов к требованиям современного образования и актуальность веб-разработки в контексте подготовки квалифицированных специалистов. Статья подчеркивает необходимость систематизации образовательных подходов в этой области для повышения эффективности обучения.*

*Ключевые слова: веб-разработка, интерактивные тренажеры, образовательные платформы, учебные материалы, адаптация обучения*

**A.V. Kalugina**

**A.E. Bezuglaya**

*Sevastopol State University Universitetskaya Str. 33, Sevastopol, Russia, 299053*

## **ANALYSIS OF DIGITAL EDUCATIONAL SERVICES FOR THE ORGANIZATION OF WEB PROGRAMMING TRAINING**

### **Abstract**

*The article examines modern approaches to teaching web programming to students of secondary vocational education institutions. It focuses on the development of electronic educational resources, including the creation of web-sites and simulators for automated learning. The importance of adapting educational materials to the demands of contemporary education and the relevance of web development in the context of training qualified specialists are discussed. The article emphasizes the need for the systematization of educational approaches in this field to enhance the effectiveness of learning.*

*Key words: web development, interactive simulators, educational platforms, educational materials, adaptation of learning.*

В современном образовательном контексте веб-разработка занимает значительное место, привлекая внимание как студентов, так и преподавателей. Однако, несмотря на высокий интерес к данной области, существуют две ключевые проблемы: с одной стороны, студенты сталкиваются с вопросами, касающимися эффективного усвоения материала, а с другой — преподаватели ищут варианты новых адекватных методик передачи знаний. В условиях, когда множество учебных заведений внедряют курсы по веб-программированию, возникает необходимость в рассмотрении и анализе образовательных веб-сервисов, что и стало целью данного исследования.

Сегодня существует множество онлайн-редакторов кода, позволяющих начинающим разработчикам улучшить свои навыки, практиковаться и изучать новые технологии. Среди таких сервисов особенно популярны редакторы CodePen и JSFiddle. Также существует класс веб-ориентированных образовательных платформ, предоставляющих помимо редактора кода теоретические материалы и обучающие курсы с практическими заданиями. Примерами таких ресурсов являются Codecademy, Codewars и другие. Большинство таких сервисов, несмотря на их популярность и большую базу задач, не могут тем не менее быть встроены в образовательный процесс. Поэтому для полной поддержки дисциплин, включающей как теоретический материал, так и практические работы с автоматической проверкой заданий, требуется наличие собственной платформы. Ряд авторов описывают опыт разработки и внедрения электронно-образовательных ресурсов (ЭОР) для обучения веб-программированию.

Работа [1] посвящена описанию разработки ЭОР для обучения веб-программированию студентов средних специальных учебных заведений. Процесс создания веб-сайта для образовательных целей представляет собой многогранную задачу, требующую комплексного подхода. В рамках реализации данного проекта было принято решение о создании сайта с использованием текстового редактора Brackets. Указанный редактор, обладая интуитивно понятным интерфейсом и кросс-платформенной доступностью, является подходящим инструментом для студентов, обеспечивая удобство в процессе разработки. В результате была создана образовательная платформа, содержащая материалы по основам HTML и CSS, а также тесты и практические задания. Однако, автор указывает, что проверка заданий производится вручную, вне ресурса. Система прошла апробацию среди студентов, что подтвердило ее функциональность и актуальность в образовательном процессе.

Авторы публикации [2] описывают процесс разработки электронного учебно-методического комплекса для обучения веб-технологиям и

веб-программированию. В состав комплекса входит онлайн-редактор кода «Кодатор» для работы с языками HTML, CSS и JavaScript. На базе этого редактора предлагается мобильная электронная информационно-образовательная среда. Современные студенты, занимающиеся изучением программирования, активно используют разнообразные ресурсы, включая литературу, подкасты, видеоматериалы и специализированные программы, позволяющие экспериментировать с кодом. Данный подход способствует более глубокому пониманию тематики и позволяет оценить уровень собственных навыков перед переходом к более сложным задачам.

Разработанная система представляет собой инновационное средство обучения, содействующее реализации концепции бордкастинга и открывающее новые горизонты для взаимодействия студентов. Важным аспектом разработки является использование платформы, аналогичной node.js, с интеграцией библиотек, таких как sockjs и Socket.IO, а также развертывание приложения на локальном сервере XAMPP (Apache, MySQL, PHP). Кодатор, построенный по модели Single Page Application, ориентирован на образовательные цели и предоставляет возможность создания локальной копии с библиотекой примеров и кейсов, предназначенных для обучения.

Разработка электронных модулей с проектным обучением на курсах веб-программирования описана в публикации [3] (Electronic module development with project based learning in web programming courses). Переход на электронное обучение стал важным шагом в образовательной практике, обеспечивая удобство и доступность образовательных ресурсов для студентов и учащихся. В связи с этим возникла необходимость в создании специализированных платформ, способствующих облегчению процесса обучения.

В данной статье рассматривается разработка электронных модулей для курсов веб-программирования в IT BAHASA Indonesia. В исследовании применяется модель ADDIE, которая служит основой для систематического решения задач, связанных с обучением, и позволяет адаптировать учебные ресурсы к потребностям и особенностям учащихся.

Результатом данной разработки стал сайт для обучения, включающий систему оценки и рейтингования. Платформа предоставляет функции, позволяющие пользователям отслеживать свои достижения и пройденные уроки. Разработка была успешно апробирована на учащихся, что подтвердило ее эффективность и актуальность в образовательном процессе.

Другим вариантом образовательного ресурса являются тренажеры для обучения веб-программированию, одному из которых посвящена

работа [4]. Обучение веб-программированию представляет собой важный аспект образовательного процесса, который не зависит от формата его проведения или наличия преподавателя. В контексте данной статьи акцентируется внимание на использовании электронных учебных пособий, которые могут принимать различные формы, включая текстовые статьи, веб-сайты, мультимедиа-презентации, аудиозаписи, видеоматериалы, записи конференций и веб-квесты. Понятие "тренажера" во многом схоже с определением электронного учебника. Классическое определение электронного учебника можно сформулировать как систему информационных, графических и методических программных средств автоматизированного обучения. В рамках данного исследования разрабатывается тренажер, предназначенный для поддержки процесса обучения веб-программированию.

Обучение, независимо от его формата, всегда остается учебным процессом, и в статье рассматриваются основные методики обучения: пассивное, активное и интерактивное. Преподаватель в этом контексте выполняет роль наставника, способствуя развитию у студентов навыков критического мышления, самостоятельности и других важных качеств. Особое внимание уделяется интерактивному обучению, подчеркивающему его преимущества.

Разрабатываемый веб-тренажер ориентирован на максимальную простоту и удобство использования, что обеспечивает его доступность для широкой аудитории пользователей. Он предоставляет разнообразные учебные материалы и задания, позволяющие пользователям получить полное и всестороннее представление о веб-программировании. Включая как теоретический материал, так и практические задания, тренажер способствует закреплению знаний и развитию навыков программирования.

В рамках тренажера предлагается обширная библиотека учебных материалов, охватывающая различные темы, такие как HTML, CSS, JavaScript, а также более продвинутые концепции, включая фреймворки и библиотеки. Дополнительно, тренажер предоставляет пользователям возможность самостоятельного изучения и экспериментирования с кодом, что способствует более глубокому пониманию предмета.

Авторы статьи [5] обсуждают особенности изучения дисциплины «разработка мобильных приложений» студентами технических специальностей. Тема веб-дизайна и веб-программирования в настоящее время приобретает значительную популярность. Веб-дизайн и веб-программирование стали неотъемлемой частью образовательных программ подготовки специалистов в технических областях, что обусловлено тре-



бованиями работодателей и изменениями на рынке труда. Важное внимание уделяется различным видам веб-приложений, которые могут быть актуальны для студентов. К основным видам веб-приложений относятся:

- стандартные веб-приложения;
- адаптивные веб-интерфейсы;
- мобильный веб;
- нативные приложения;
- гибридные приложения.

Кроме того, рассматриваются методы их создания, включая использование фреймворков. Фреймворки доступны практически для всех типов мобильных приложений, и большинство из них предназначены для разработки с использованием HTML5. При выборе фреймворка HTML5 для конкретного проекта необходимо учитывать круг поддерживаемых устройств и протестировать каждую из доступных библиотек для оптимального соответствия привычным методам разработки. Несмотря на то что не все разработчики в настоящее время используют HTML5, его изучение представляется важным и актуальным для будущих специалистов [5].

В заключение следует отметить, что в результате проведенного анализа выявлены различные подходы к обучению и разработке образовательных курсов. Современные тенденции свидетельствуют о стремлении образовательных учреждений и разработчиков курсов интегрировать инновационные методы и технологии, что способствует повышению доступности и эффективности обучения. Разнообразные компиляторы и инструменты разработки играют важную роль в этом процессе, однако создание структурированного курса с последовательными уроками значительно упрощает освоение сложных и интересных тем. Такой подход не только облегчает процесс обучения, но и способствует более глубокому пониманию предмета, что является важным аспектом подготовки специалистов в области веб-дизайна и веб-программирования.

#### ***Библиографический список:***

1. Семенова А.В. Обучение web-программированию студентов средних специальных учебных заведений с использованием электронного образовательного ресурса. – Текст : электронный – Екатеринбург, 2017. - <http://elar.uspu.ru/bitstream/uspu/8251/2/22Semenova.pdf> (дата обращения: 09.12.2024).
2. Государев И.Б. Мобильное обучение веб-технологиям и веб-программированию. - Текст : электронный // eLIBRARY.RU : научная

электронная библиотека : [сайт]. - - Москва, 2000. - URL: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_21979574\\_91492135.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_21979574_91492135.pdf) (дата обращения: 09.12.2024).

3. Prasetya, A. Electronic Module Development with Project Based Learning in Web Programming Courses / A. Prasetya // International Journal of Computer and Information System (IJCIS). – 2021. – Vol. 2, No. 3. – P. 69-72. – DOI 10.29040/ijcis.v2i3.38. – EDN VXRQAI.

4. Коленков, Б. Д. Разработка тренажера для обучения веб-программированию / Б. Д. Коленков // Цифровые, компьютерные и информационные технологии в науке и образовании : Сборник статей Межрегиональной научно-практической конференции с международным участием, Брянск, 01–02 ноября 2023 года. – Брянск: Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского, 2023. – С. 135-139. – EDN LYOJBM. (дата обращения: 20.12.2024)

5. Евсеева Н.В. Особенности изучения дисциплины «Разработка мобильных приложений» студентами технических специальностей / Н.В. Евсеева. - Текст : электронный // Актуальные проблемы технических наук / Уфа: Аэтерна, 2015. – С. 35 – 37 (дата обращения: 20.12.2024)

6. Moiseev, D. Hardware-Software Complex for Modeling and Reliability Analysis of Systems for Various Purposes / D. Moiseev, A. Polyakov, M. Parfentsev // 2019 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies, FarEastCon 2019, Vladivostok, 01–04 октября 2019 года. – Vladivostok: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2019. – P. 8933931. – DOI 10.1109/FarEastCon.2019.8933931 (дата обращения: 29.12.2024).

## **СОДЕРЖАНИЕ**

### **ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЩЕСТВА. ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА.....5**

А.С. Присяжнюк, А.В. Матальщкий, В.Э. Жигadlo  
МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕЖВЕДОМСТВЕННОГО ИНФОР-  
МАЦИОННОГО ОБМЕНА В ЕДИНОМ ГЕОИНФОРМА-  
ЦИОННОМ ПРОСТРАНСТВЕ РФ ПРИ РЕШЕНИИ ЗА-  
ДАЧ В ИНТЕРЕСАХ АПК БГ.....5

А.С. Присяжнюк, С.П. Присяжнюк, В.Э. Жигadlo  
КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ИНТЕГРАЦИИ АПК БГ  
В ЕДИНОЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ ПРОСТРАНСТВО  
РФ.....13

А.С. Присяжнюк, А.Н. Зализнюк, В.Э. Жигadlo  
СОСТОЯНИЕ РАЗВИТИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПРО-  
СТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ РФ. ПРОБЛЕМЫ ИНТЕ-  
ГРАЦИИ НАЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМА ПРОСТРАН-  
СТВЕННЫХ ДАННЫХ В ЕДИНОЕ ГЕОИНФОРМАЦИ-  
ОННОЕ ПРОСТРАНСТВО РФ.....21

А.С. Шведенко  
ПРОГРАММНАЯ СРЕДА ДЛЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ  
NETCDF ДАННЫХ В НАБОР ТАЙЛОВ ДЛЯ ОТОБРАЖЕ-  
НИЯ НА КАРТЕ.....30

А.М. Попова, В.Н. Бондарев  
ПРИМЕНЕНИЕ ИИ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ФЕР-  
МАХ.....32

С.О. Антипин, И.А. Балакирева  
ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОПТИМАЛЬНОГО ВЫБОРА ПРОЕКТОВ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ РЫНКА.....38

А.А. Епихин  
ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ ЗАДАЧ КОМАНДОЙ.....44

**ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....49**

Л.Н. Сорокин, М.С. Самылкин, Ф.Ю. Тиличко  
ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНИВАНИЯ РАДИАЦИОННЫХ УСЛОВИЙ НА БОРТУ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ.....49

С.В. Микони  
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МОДЕЛЕЙ УПОРЯДОЧЕНИЯ И КЛАССИФИКАЦИИ ОБЪЕКТОВ.....57

В.С. Авраменко, Е.С. Чичков  
СПОСОБ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ.....60

И.И. Маринин, П.А. Волошина  
СОЗДАНИЕ ЦИФРОВЫХ МИРОВ ЧЕРЕЗ SLAM: ОСНОВЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ.....62

Д.К. Галич  
ОБЗОР И АНАЛИЗ ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ  
ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ.....65

И.А. Котовщиков  
АЛГОРИТМЫ ПРОЦЕДУРНОЙ ГЕНЕРАЦИИ КОН-  
ТЕНТА В ВИДЕОИГРАХ.....68

В.О. Баровский, Е.Н. Машенко  
АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ПОДХОДА К СЕНТИ-  
МЕНТ-АНАЛИЗУ МЕТОДАМИ МАШИННОГО ОБУЧЕ-  
НИЯ.....71

**ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И ТЕХНОЛОГИИ  
«УМНОГО ГОРОДА».....81**

А.Г. Карманов, Н.А. Карманова  
ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИН-  
ТЕЛЛЕКТА В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ТАКСАЦИИ ЛЕСНОГО  
ХОЗЯЙСТВА.....81

Е.В. Коробков  
ОПЫТ РАЗРАБОТКИ И ИНТЕГРАЦИИ АЛГОРИТМА ОБ-  
РАБОТКИ ЗДАНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУС-  
СТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ГЕОИНФОРМАЦИОН-  
НУЮ СИСТЕМУ QGIS.....83

О.Г. Исаева  
ОПЫТ РАЗРАБОТКИ И ИНТЕГРАЦИИ АЛГОРИТМА ОБ-  
РАБОТКИ ДОРОГ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУС-  
СТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ГЕОИНФОРМАЦИОН-  
НУЮ СИСТЕМУ QGIS.....85

Э.Р. Меджитов, В.И. Иваненко  
ПРИМЕНЕНИЕ ИИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ.....90

Г.В. Куликов, В.Н. Бондарев  
ИССЛЕДОВАНИЕ ГЛУБОКИХ СПАЙКОВЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ЗАДАЧ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ.....93

А.И. Яковлев  
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО РАСПОЗНАВАНИЮ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....97

И.И. Маринин  
EDGE AI: ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И СКОРОСТЬ В ЭПОХУ IOT.....101

А.В. Панкова, В.Н. Бондарев  
ГЛУБОКИЕ НЕЙРОСЕТИ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ МЕСТ.....105

## **ИНФОРМАЦИОННАЯ СРЕДА И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННАЯ ИНФРАСТРУКТУРА.....108**

В.А. Харитонов, Д.В. Моисеев  
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ УМЕНЬШЕНИЯ ЗАДЕРЖЕК ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СЕТЕВЫХ ПРОТОКОЛОВ.....108

А.К. Глухов, А.А. Брюховецкий  
ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ АГРЕГАЦИИ СООБЩЕНИЙ В ТРАНСПОРТНЫХ СЕТЯХ.....114

И.А. Гагарин, И.А. Балакирева  
ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ ТОПОЛОГИЧЕСКОЙ  
ОПТИМИЗАЦИИ КОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ В  
УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ.....120

А.А. Брюховецкий, Н.В. Сухарев  
ПРОГРАММНАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ МЕТОДОВ ФОР-  
МИРОВАНИЯ КЛАСТЕРОВ ТРАНСПОРТНОЙ  
СЕТИ.....126

А.А. Брюховецкий, А.Д. Диванис  
ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ  
ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ КАНАЛОВ МОБИЛЬ-  
НОЙ СВЯЗИ.....129

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В КРИТИЧЕ-  
СКИХ ИНФРАСТРУКТУРАХ. ИНФОРМАЦИОННАЯ  
БЕЗОПАСНОСТЬ.....133**

А.Н. Зализнюк, В.Э. Жигadlo, С.П. Присяжнюк  
СОЗДАНИЕ ЕДИНОГО ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО  
ПРОСТРАНСТВА РФ – ОСНОВА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ЗА-  
ДАЧ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНО-  
СТИ.....133

В.С. Сторожик  
О МЕРАХ ПО ПОВЫШЕНИЮ УРОВНЯ ЗАЩИТЫ ИН-  
ФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ ОТ ТИПОВЫХ АКТУ-  
АЛЬНЫХ УГРОЗ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМА-  
ЦИИ.....147

И.В. Котенко, И.Б. Саенко, И.Б. Парашук  
АДАПТИВНАЯ НЕЙРО-НЕЧЕТКАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ ПО-  
КАЗАТЕЛЕЙ ЗАЩИЩЕННОСТИ КИБЕРФИЗИЧЕСКИХ  
СИСТЕМ.....151

И.Б. Парашук, А.В. Михайличенко  
ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ МОБИЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ  
ОБРАБОТКИ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ ПРОАКТИВНОГО  
ОЦЕНИВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИХ БЕЗАВАРИЙНО-  
СТИ, ДОЛГОВЕЧНОСТИ И ВОССТАНАВЛИВАЕМО-  
СТИ.....156

Е.К. Щелокова  
ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛГОРИТМОВ  
ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБЛАСТИ ИН-  
ФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.....161

В.С. Сторожик  
РЕАЛИЗАЦИЯ ТРЕБОВАНИЙ О ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ  
МЕРАХ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОР-  
МАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРА-  
ЦИИ.....164

С.И. Тигров, Ю.В. Доронина  
ИССЛЕДОВАНИЕ КВАЛИМЕТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ  
 ГИБРИДНОЙ МУЛЬТИМОДЕЛИ ФУНКЦИОНИРОВА-  
НИЯ БЕСПИЛОТНОГО ОБЪЕКТА.....169

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МОРЕХО-  
ЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....173**



А.В. Митько, В.К. Сидоров  
ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТРАНСПОРТНО-  
ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ В РОССИЙСКОЙ АРК-  
ТИКЕ.....173

А.В. Митько, В.К. Сидоров  
ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ИСКУС-  
СТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ СПА-  
САТЕЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ В АРКТИКЕ.....180

П.А. Волошина, И.И. Маринин  
АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛО-  
ЖЕНИЯ.....185

Г.М. Белик  
МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ УЧЕТА ЛИЧНЫХ  
ФИНАНСОВ НА БАЗЕ ОС АВРОРА.....188

Ю.С. Таран  
РАЗРАБОТКА ДЕСКТОПНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ  
АНАЛИЗА КОМПЛЕКСНОЙ ОГИБАЮЩЕЙ РАДИО-  
СИГНАЛА.....191

В.С. Сторожик  
О КОМПЛЕКСНОМ ПОДХОДЕ К РЕАЛИЗАЦИИ ДО-  
ПОЛНИТЕЛЬНЫХ МЕР ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАС-  
НОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ РОССИЙ-  
СКОЙ ФЕДЕРАЦИИ .....195

М.А. Антонюк  
ВЕБ-ОРИЕНТИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИ-  
СТЕМА СОВМЕСТНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДОКУМЕН-  
ТАМИ.....207

А.Н. Филозоф, В.С. Чернега  
ИССЛЕДОВАНИЕ ВРЕМЕННЫХ И СПЕКТРАЛЬНЫХ  
СВОЙСТВ СИГНАЛОВ АВТОМОБИЛЕЙ СПЕЦИАЛЬ-  
НЫХ СЛУЖБ.....211

М.Т. Ковальский  
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ВЛИЯНИЯ СТРАТЕГИ-  
ЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ В СФЕРЕ БИЗНЕСА С ПО-  
МОЩЬЮ КОРПОРАТИВНОЙ ЦИФРОВОЙ СРЕДЫ..214

**ИТ В ОБРАЗОВАНИИ, ПОДГОТОВКА И ПЕРЕПОД-  
ГОТОВКА ИТ-СПЕЦИАЛИСТОВ.....222**

Н.В. Жигadlo, М.А. Одинокaя  
РОЛЬ ТЕХНОЛОГИИ МИКРООБУЧЕНИЯ В ПРАК-  
ТИКЕ РАБОТЫ СОВРЕМЕННОГО ПЕДАГОГА  
НАЧАЛЬНОЙ ШКОЛЫ В УСЛОВИЯХ РЕАЛИЗАЦИИ  
ФГОС НОО.....222

М.А. Одинокaя, А.Н. Пятницкий  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИММЕРСИВНОЙ КЕЙС-ТЕХНО-  
ЛОГИИ КАК ИНСТРУМЕНТА РАЗВИТИЯ КРЕАТИВ-  
НОСТИ СТУДЕНТОВ ИНЖЕНЕРНЫХ НАПРАВЛЕ-  
НИЙ.....225

М.А. Одинокaя, А.Н. Пятницкий  
ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ  
КРЕОЛИЗАЦИИ КАК ИНСТРУМЕНТА СОВЕРШЕН-  
СТВОВАНИЯ ЯЗЫКОВЫХ НАВЫКОВ В ВЫСШЕЙ  
ШКОЛЕ.....228

|                                                                                                                                            |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| А.Д. Косолапов, А.И. Примакин<br>ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ<br>ДЛЯ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ<br>КУРСАНТОВ РОСГВАРДИИ..... | 231 |
| Д.А. Куценко, А.Е. Безуглая<br>ПРИМЕНЕНИЕ ИММЕРСИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБ-<br>РАЗОВАНИИ.....                                                   | 238 |
| И.Е. Кисин<br>ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ ТРЕХ-<br>МЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПРИЛОЖЕНИЙ С ДОПОЛ-<br>НЕННОЙ РЕАЛЬНОСТЬЮ.....                  | 242 |
| А.В. Калугина, А.Е. Безуглая<br>АНАЛИЗ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СЕРВИ-<br>СОВ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ВЕБ-ПРО-<br>ГРАММИРОВАНИЮ.....      | 245 |

Научное издание

**Перспективные направления развития  
отечественных информационных  
технологий (ПНРОИТ-2024)**

Материалы X юбилейной Всероссийской  
научно-практической конференции  
(Севастополь 17–22 сентября 2024 года)

**Advanced national information systems  
and technologies (ANIST 2024)**

Materials of X anniversary Russian scientific-practical conference  
(Sebastopol, September 17 – 22, 2024)

Ответственный за издание

Д.В. Моисеев, д-р. техн. наук, заведующий кафедрой  
«Информационные технологии и компьютерные системы»  
Севастопольского государственного университета

Научный редактор Б.В. Соколов

Технический редактор, компьютерная верстка: А.Е. Безуглая

ISBN 978-5-6054952-1-5



Издательство и типография ООО «Интерактивные технологии»  
299038, г. Севастополь, ул. Колобова, 34/1, пом. XV.  
тел. 7(978) 778 92 02

Подписано в печать 23.12.2024 г. Формат 60х84/16. Усл. печ.л. 11,74  
Бумага офсетная. Тираж 300 экз. Зак. № 71.