

Международный журнал
информационных технологий
и энергоэффективности |



Том 9 Номер 8 (46)



2024



СОДЕРЖАНИЕ / CONTENT

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

-
- | | | |
|----|--|----------|
| 1. | Коробейников В.С., Малахов С.В. Определение характеристик качества данных и степень их применимости | 5 |
| | Korobeynikov V.S., Malakhov S.V. Determining data quality characteristics and the extent of their applicability | |
-
- | | | |
|----|--|-----------|
| 2. | Гаджиев Г.К. Роль блокчейн технологий в защите данных и приватности в цифровой экономике | 10 |
| | Gadzhiev G.K. The role of blockchain technologies in data protection and privacy in the digital economy | |
-
- | | | |
|----|--|-----------|
| 3. | Ковалев С.В., Дружинин А.К. Исследование алгоритмов машинного обучения на основе анализа новостных постов с целью их классификации | 14 |
| | Kovalev S.V., Druzhinin A.K. The study of machine learning algorithms based on the analysis of news posts in order to classify them | |
-
- | | | |
|----|---|-----------|
| 4. | Ржавин В.В., Федорин Д.В. Исследование агентурных сетей и их применение в управлении ИТ-активами | 18 |
| | Rzhavin V.V., Fedorin D.V. Research of agent networks and their application in it asset management | |
-
- | | | |
|----|--|-----------|
| 5. | Ковалев С.В., Хабаров М.А. Разработка асинхронного ВЕБ-приложения для интерактивных онлайн-презентаций на базе FASTAPI и VUE.JS | 21 |
| | Kovalev S.V., Khabarov M.A. Development of an asynchronous WEB application for interactive online presentations based on THE FACET API and VUE.JS | |
-
- | | | |
|----|---|-----------|
| 6. | Ерохин А.Г. Разработка симулятора квантового алгоритма Шора для демонстрации этапов криптоанализа криптосистем с открытым ключом | 25 |
| | Erokhin A.G. Development of a simulator of the quantum Shore algorithm to demonstrate the stages of cryptanalysis public key cryptosystems | |
-
- | | | |
|----|---|-----------|
| 7. | Капирусов М.А. Обзор методов автономной навигации | 31 |
| | Kapirusov M.A. Overview of autonomous navigation methods | |
-
- | | | |
|----|--|-----------|
| 8. | Бондаренко О.С., Кипилова А., Смирнов А.А. Сравнительный анализ методов прогнозирования посещаемости ВЕБ-сайтов | 39 |
| | Bondarenko O.S., Kipilova A., Smirnov A.A. Comparative analysis of methods for predicting WEBSITE traffic | |
-

9.	Воронин В.А., Шпак А.В. Разработка информационно-программного модуля «Статистический отчет» для научно-технической библиотеки СГУГиТ	45
	Voronin V.A., Shpak A.V. Development of the Statistical report information and software module for the SGUGIT scientific and technical library	
10.	Ткаченко Я.К. Анализ интерфейсов сайтов российских ВУЗов и разработка рекомендаций для их совершенствования	52
	Tkachenko Ya.K. Analysis of the interfaces of the websites of russian universities and development of recommendations for their improvement	
11.	Пирюшов М.С., Пирюшов М.С. Исследование оптимизации рендеринга больших списков в REACTJS	57
	Piryushov M.S., Piryushov A.S. Exploring optimization of rendering large lists in REACTJS	
12.	Денисов Н.А. Подготовка криптографических систем к пост-квантовому миру	64
	Denisov N.A. Preparing cryptographic systems for the post-quantum world	
13.	Шувалов А.К. Система распознавания лиц на микрокомпьютерах для использования в изолированном контуре	70
	Shuvalov A.K. Microcomputer-based facial recognition system for use in an isolated circuit	
14.	Старанцова Е.В. Обзор основных протоколов для обеспечения связи и передачи данных в дата-центре	86
	Starantsova E.V. Overview of the main protocols for communication and data transfer in the data center	
15.	Полежаева М.В., Кенжина Д.С., Нерпин Е.С., Сафонова Т.В., Мокряк А.В. Архитектура RISC-V	90
	Polezhaeva M.V., Kenzhina D.S., Nerpin E.S., Safonova T.V., Mokryak A.V. RISC-V architecture	
16.	Полежаева М.В., Кенжина Д.С., Нерпин Е.С., Сафонова Т.В., Мокряк А.В. Использование нейронной сети для генерации изображений	97
	Polezhaeva M.V., Kenzhina D.S., Nerpin E.S., Safonova T.V., Mokryak A.V. Using a neural network to generate images	
17.	Гелич К.А., Огородников Ф.А., Уймин А.Г. Поддержка файловой системы в LINUX (EXT4 И ПР.)	105
	Gelich K.A., Ogorodnikov F.A., Uymin A.G. Linux file system support (EXT4, ETC.)	
18.	Сушко А.В., Кондратьев В.Ю. Роль UX/UI дизайна в разработке информационных систем	115
	Sushko A.V., Kondratiev V.Yu. The role of UX/UI design in the development of information systems	
19.	Пивоваров Д.С. Дополнительная цифровая обработка сейсмических данных на примере Южно-Хыльчужского месторождения	119

Pivovarov D.S. Additional digital processing of seismic data on the example of the Yuzhno-Khylchuyskoye field

20. **Некрасов Е.А., Петренко С.А.** Угрозы безопасности и атаки в ИИ **125**

Nekrasov E.A., Petrenko S.A. Security threats and attacks in AI

ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

21. **Гайдаенко В.Д., Прохоров И.А.** Моделирование номинального режима работы реакторной установки на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем **131**

Gaidaenko V.D., Prokhorov I.A. Simulation of the nominal operating mode of a fast neutron reactor with a sodium coolant

22. **Канарейкин А.И.** Определение температурного поля твэла с переменным объемным тепловыделением при граничном условии первого рода **137**

Kanareykin A. I. Determination of the temperature field of a fuel element with variable volumetric heat release under a boundary condition of the first kind

23. **Минеев П.А., Горбунов В.А., Мечтаева М.Н.** Определение критериев оптимизации работы второго контура АЭС с реакторами типа ВВЭР **143**

Mineev P.A., Gorbunov V.A., Mechtaeva M.N. Search of standarts for optimizing NPP second circuit operation with VVER type reactors

24. **Прохоров И.А., Гайдаенко В.Д.** Неопределенность измерения реактивности реактора РБМК-1000 на физическом уровне мощности, обусловленная неопределенностью градуировки датчиков **149**

Prokhorov I.A., Gaidaenko V.D. The uncertainty of measuring the reactivity of the RBMK-1000 reactor at the physical power level due to the uncertainty of sensor calibration

25. **Иванюк В.В.** Особенности и выбор контроллера состояния распределительных сетей 10/0,4КВ **154**

Ivanyuk V.V. Features and selection of 10/0.4KV distribution network status controller

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

26. **Рахматов Р.И.** Исследования функции передачи шума транспортно-технологических средств и комплексов на примере зеленого кузова автотранспортного средства **158**

Rakhmatov R.I. Research of noise transfer function of transport-technological means and complexes on the example of trimbody of a motor vehicle



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.6

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК КАЧЕСТВА ДАННЫХ И СТЕПЕНЬ ИХ ПРИМЕНИМОСТИ

¹Коробейников В.С., Малахов С.В.

ФГБОУ ВО «ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ И ИНФОРМАТИКИ», Самара, Россия (443010, г. Самара ул. Льва Толстого, 23), e-mail: ¹vlad.k.k78@gmail.com

Оценка качества данных в разрезе характеристик является эффективным подходом к мониторингу за качеством данных организации в рамках всего набора данных, а также их атрибутов.

Ключевые слова: Управление качеством данных; качество данных; большие данные; характеристики качества данных; оценка качества данных.

DETERMINING DATA QUALITY CHARACTERISTICS AND THE EXTENT OF THEIR APPLICABILITY

¹Korobeynikov V.S., Malakhov S.V.

VOLGA REGION STATE UNIVERSITY OF TELECOMMUNICATIONS AND INFORMATICS, Samara, Russia (443010, Samara, Lva Tolstogo str., 23), e-mail: ¹vlad.k.k78@gmail.com

Assessing data quality by characteristics is an effective approach to monitoring the quality of an organization's data across its entire data set, as well as its attributes.

Keywords: Data quality management; data quality; big data; data quality characteristics; data quality assessment.

Концепция искусственного интеллекта впервые появилась в 1950 году в работе Алана Тьюринга "Вычислительная техника и интеллект", но, несмотря на это алгоритмы машинного обучения повсеместно стали применяться относительно недавно. Машинное обучение основывается на работе с большими данными, которые должны соответствовать требованиям к качеству данных для поставленных целей. Проблема качества данных является достаточно актуальной, поскольку в машинном обучении и аналитике качество полученного решения напрямую зависит от входных данных.

Существуют международные стандарты, содержащие информацию, относящуюся к качеству данных. Международная серия стандартов ISO 8000 [3] была впервые предложена в 2002 году, а часть про качество данных была утверждена в 2017 году, однако этот стандарт разработан с точки зрения управления и производства данных и соответствует лишь характеристикам необходимым для определенной цели, а данные исходя из этого могут требовать предварительной обработки для повторного использования в целях аналитики и моделирования. Стандарт ISO\IEC 11179 [4] описывает принципы и процедуры для описания данных чтобы обеспечить единообразие и совместимость данных, ISO\IEC 20943 [3] описывает возможность обмена информацией между системами и установления

семантической согласованности данных, ISO/IEC 25012 [3] определяет меры качества данных для количественного измерения качества данных с точки зрения их характеристик. Также есть разрабатываемая серия международных стандартов ISO/IEC WD 5259 [4], в которой определены характеристики и показатели качества данных, а также требования к управлению качеством данных в течение жизненного цикла данных.

Управлением качества данных в крупных организациях занимается директор по данным (Chief Data Officer - CDO). Как правило, это заключается в организации методов и обеспечении контроля за качеством данных промышленных источников, а также развитии культуры качества данных. Исходя из описанных стандартов серии ISO/IEC можно выделить следующие этапы по управлению качеством данных:

- Модель качества данных – это набор характеристик, обеспечивающий основу для требований к качеству данных и ее оценке на всем жизненном цикле данных. При влиянии характеристик качества данных друг на друга могут возникать противоречия, в этом случае требования к качеству данных следует ранжировать по важности и уровню воздействия на данные;
- Меры качества данных – это критерии оценки характеристик модели качества данных и определение уровней их приемлемости;
- Оценка качества данных – это результаты оценки качества данных, а также решение о соответствии или несоответствии уровня качества. Включает профилирование данных, состоящее в анализе распределений атрибутов данных в том числе с использованием статистических методов, а также измерение качества данных в рамках выбранных мер качества данных;
- Улучшение качества данных – подходы к повышению уровня качества данных;
- Отчетность – составление отчетности с информированием о результатах управления качеством данных.
- Характеристики качества данных могут определяться как для атрибутов, так и для всего набора данных. При этом характеристики можно объединить в группы [2] такие, как:
- Сопровождаемость – характеристики, касающиеся описания и соответствия подходам к разработке данных;
- Надежность – характеристики, рассматривающие данные в качестве внутренней достоверности данных исходя из их согласованности и воспроизводимости. Связана с сопровождаемостью поскольку плохо поддерживаемые данные может быть трудно воспроизвести и проверить на согласованность;
- Верность – характеристики, рассматривающие данные в плане полноты и репрезентативности. Также коррелирует с сопровождаемостью с точки зрения актуальности и своевременности;
- Действительность – характеристики, рассматривающие данные в рамках целей для которых они предназначены.
- В Таблице 1 ниже приведен пример разбивки по группам характеристик качества данных и их применимости.

Таблица 1 – Разбивка по группам характеристик качества данных и их применимости

Группа	Характеристика	Применимость	
		атрибуты данных	набор данных
Сопровождаемость	Переносимость	да	да
	Понятность	да	да
	Контролируемость	да	да
	Идентифицируемость	да	нет
	Доступность	нет	да
	Масштабируемость	нет	да
Надежность	Восстанавливаемость	нет	да
	Точность	нет	да
	Достоверность	да	да
	Согласованность	нет	да
	Представимость	нет	да
Верность	Актуальность	нет	да
	Полнота	да	нет
	Своевременность	нет	да
	Репрезентативность	нет	да
	Сбалансированность	нет	да
	Подобие	нет	да
	Разнообразие	нет	да
Действительность	Эффективность	нет	да
	Релевантность	да	да
	Обобщаемость	нет	да

Приведенные характеристики качества данных могут зависеть друг от друга, иметь несколько другие трактовки и описание мер качества данных в зависимости от различных стандартов и источников.

В модели качества данных и при анализе необязательно использовать все приведенные характеристики, кроме того некоторые характеристики качества данных зависят друг от друга и могут быть разделены на подхарактеристики. Такие характеристики, как репрезентативность, подобие, разнообразие, а также эффективность и релевантность наиболее распространены и применимы при решении конкретных задач машинного обучения. Итоговые результаты в разрезе характеристик и проверок можно интерпретировать на попадание в зоны материальности по принципу сигналов, где красный - критичный уровень, желтый - приемлемый уровень, зеленый - хороший уровень качества данных. Критерии качества данных и их материальность могут варьироваться в зависимости от данных и цели их применения. Итоговым показателем качества данных является интегральный показатель качества данных (ИПКД), который является обобщенной количественной мерой того, насколько данные соответствуют требуемым стандартам в рамках рассмотренных характеристик качества данных. На основе рассчитанного ИПКД проводится интерпретация, и анализ полученных результатов для принятия решений в части улучшения и контроля процедуры управления качеством данных.

Управление качеством данных особенно актуально для банков, в которых генерируется большой объем данных, а также разрабатываются модели машинного обучения для различных направлений деятельности и проектов банка. Таким примером может являться подход на основе внутренних рейтингов (ПВР) – это продвинутый способ оценки кредитного риска банка. Описание этого подхода содержится в положении 483-П Банка России «О порядке расчета величины кредитного риска на основе внутренних рейтингов» [1], которое также определяет требования к валидации качества данных, согласно которым Банк определяет во внутренних документах методику и порядок обеспечения качества данных в разрезе характеристик, включая актуальность, согласованность, доступность, контролируемость, восстанавливаемость, точность, полноту, достоверность. Также стоит отметить, что используемые в компаниях витрины данных для целей моделирования и аналитики должны проходить этапы приемо-сдаточных испытаний (ПСИ), иметь документацию, содержащую бизнес-требования, потоки данных, тесты на качество данных, а также своевременно обновляться и проходить соответствующий мониторинг качества данных. В то же время проверки могут быть простыми, например, проверка на пропущенные значения, а также более сложными с проверкой на соответствие методологии или с использованием различных алгоритмов и статистических методов.

Список литературы

1. Приложение 3 к Положению Банка России от 6 августа 2015 г. N 483-П «О порядке расчета величины кредитного риска на основе внутренних рейтингов»: [Электронный ресурс]. URL: <https://www.cbr.ru>.
2. Центр компетенций НТИ по большим данным МГУ: [Электронный ресурс]. URL: <https://bigdata.msu.ru/standards/>
3. International Organization for Standardization: [Электронный ресурс]. URL: <https://www.iso.org/>

4. International Electrotechnical Commission: [Электронный ресурс]. URL: <https://www.iecee.org/>

References

1. Appendix 3 to the Regulation of the Bank of Russia dated August 6, 2015 N 483-P "On the procedure for calculating the amount of credit risk based on internal ratings": [Electronic resource]. URL: <https://www.cbr.ru>.
 2. NTI Competence Center for Big Data of Moscow State University: [Electronic resource]. URL: <https://bigdata.msu.ru/standards/>
 3. International Organization for Standardization: [Electronic resource]. URL: <https://www.iso.org/>
 4. International Electrotechnical Commission: [Electronic resource]. URL: <https://www.iecee.org/>
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.056

РОЛЬ БЛОКЧЕЙН ТЕХНОЛОГИЙ В ЗАЩИТЕ ДАННЫХ И ПРИВАТНОСТИ В ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ

Гаджиев Г.К.

ФГБОУ ВО САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФЕССОРА М. А. БОНЧ-БРУЕВИЧА, Санкт-Петербург, Россия (193232, г. Санкт-Петербург, просп. Большевиков, 22, корп. 1), e-mail: gugac134@gmail.com

В современном информационном обществе, где цифровая трансформация затрагивает все аспекты деятельности, вопросы безопасности данных и приватности приобретают первостепенное значение. В данной статье рассматривается роль блокчейн технологий в обеспечении защиты данных и конфиденциальности в цифровой экономике. Обсуждаются основные принципы работы блокчейн, такие как децентрализованная структура и консенсусные механизмы, обеспечивающие целостность и защиту данных. Анализируются возможности блокчейн для повышения уровня приватности за счет распределенного хранения данных, шифрования и концепции "zero-knowledge proof". Исследуется влияние блокчейн на цифровую экономику, включая улучшение качества услуг, создание новых бизнес-моделей и повышение эффективности операций. Рассматриваются примеры применения блокчейн в финансовом секторе, здравоохранении и логистике.

Ключевые слова: Блокчейн технологии, защита данных, приватность, цифровая экономика, децентрализованная база данных, консенсусные механизмы, шифрование, zero-knowledge proof, кибербезопасность, регулирование блокчейн, масштабируемость блокчейн, применение блокчейн в здравоохранении, применение блокчейн в финансовом секторе, применение блокчейн в логистике, инновации в цифровой экономике.

THE ROLE OF BLOCKCHAIN TECHNOLOGIES IN DATA PROTECTION AND PRIVACY IN THE DIGITAL ECONOMY

Gadzhiev G.K.

ST. PETERSBURG STATE UNIVERSITY OF TELECOMMUNICATIONS NAMED AFTER PROFESSOR M. A. BONCH-BRUEVICH, St. Petersburg, Russia (193232, St. Petersburg, ave. Bolshevikov, 22, bldg. 1), e-mail: gugac134@gmail.com

In the modern information society, where digital transformation affects all aspects of activity, issues of data security and privacy are of paramount importance. This article examines the role of blockchain technologies in ensuring data protection and privacy in the digital economy. The basic principles of blockchain operation are discussed, such as a decentralized structure and consensus mechanisms that ensure data integrity and protection. The possibilities of blockchain for increasing the level of privacy through distributed data storage, encryption and the concept of "zero-knowledge proof" are analyzed. Explores the impact of blockchain on the digital economy, including improving service quality, creating new business models and increasing operational efficiency. Examples of the use of blockchain in the financial sector, healthcare and logistics are considered.

Keywords: Blockchain technology, data protection, privacy, digital economy, decentralized database, consensus mechanisms, encryption, zero-knowledge proof, cybersecurity, blockchain regulation, blockchain scalability, application of blockchain in healthcare, application of blockchain in the financial sector, application of blockchain in logistics, innovation in the digital economy.

Введение

В современном информационном обществе, где цифровая трансформация проникает во все сферы деятельности, вопросы безопасности данных и приватности становятся все более актуальными. Благодаря своей уникальной структуре и принципам работы, технология блокчейн предоставляет новые возможности для защиты данных и конфиденциальности в цифровой экономике. [1] В данной статье рассматривается роль блокчейн технологий в обеспечении безопасности данных и приватности, а также их влияние на различные аспекты цифровой экономики.

Для понимания роли блокчейн технологий в защите данных важно сначала изучить основные принципы их работы. Блокчейн представляет собой децентрализованную базу данных, где записи хранятся в виде блоков, связанных цепочкой. Каждый блок содержит информацию о транзакциях или событиях, а также хэш предыдущего блока, что обеспечивает целостность цепочки и защиту от изменений. [2] Блокчейн работает на основе принципа консенсуса, который обеспечивает единогласное согласие участников сети относительно правильности и порядка добавления новых блоков. Это исключает необходимость централизованных посредников и повышает уровень доверия между участниками сети.

Одним из ключевых преимуществ блокчейн технологий является их способность обеспечивать высокий уровень защиты данных и приватности. В блокчейн сетях информация хранится распределенно на множестве узлов, что делает её устойчивой к атакам, направленным на изменение или подделку данных.[3] Шифрование и хэширование обеспечивают неприкосновенность информации и недоступность для несанкционированного доступа. Кроме того, блокчейн технологии позволяют реализовать концепцию "zero-knowledge proof", что позволяет подтверждать достоверность информации без её раскрытия, существенно повышая уровень приватности и конфиденциальности.[4]

Применение блокчейн технологий значительно влияет на различные аспекты цифровой экономики. Во-первых, блокчейн способствует улучшению качества услуг и повышению доверия между участниками цифровых рынков за счет обеспечения прозрачности и надежности данных. Во-вторых, блокчейн создает новые возможности для развития цифровых рынков и инноваций, позволяя сократить издержки на промежуточные структуры и ускорить процессы обмена данными, что способствует развитию новых бизнес-моделей и повышению эффективности операций. В-третьих, блокчейн обеспечивает высокий уровень защиты данных и приватности, что критически важно в цифровой экономике. Используя криптографические методы и децентрализованные сети, блокчейн устраняет проблемы, связанные с централизованным хранением и управлением данными, такие как риск хакерских атак, утечек информации или злоупотреблений.

Блокчейн технологии уже нашли применение во многих отраслях цифровой экономики. В финансовом секторе блокчейн используется для обеспечения безопасных и прозрачных транзакций, управления цифровыми активами и организации систем микрофинансирования. В сфере здравоохранения блокчейн помогает обеспечить безопасное хранение и передачу медицинских данных, обеспечивая конфиденциальность пациентов и улучшая качество медицинского обслуживания. В логистике и снабжении блокчейн применяется для отслеживания перемещения товаров, управления цепочками поставок и обеспечения прозрачности и подлинности товаров.[5]

Несмотря на значительные преимущества, блокчейн технологии сталкиваются с вызовами, такими как масштабируемость, производительность и регулирование. Развитие и совершенствование технологии, а также разработка стандартов и законодательства помогут преодолеть эти проблемы и расширить область применения блокчейн. Важно также отметить перспективы развития блокчейн технологий в области защиты данных и приватности. Улучшение масштабируемости и производительности сетей, интеграция с другими инновационными решениями в области цифровой безопасности, такими как искусственный интеллект, кибербезопасность и квантовые вычисления,

создание стандартов и нормативных документов – все это способствует развитию более надежных и эффективных систем защиты данных.

Успешная реализация блокчейн технологий в защите данных и приватности зависит от взаимодействия государственных органов, бизнеса и академического сообщества. Совместные усилия и коллективное творчество могут привести к созданию инновационных решений, обеспечивающих надежную защиту данных в цифровой экономике.

Перспективы развития блокчейн технологий в области защиты данных и приватности остаются весьма многообещающими. Одним из ключевых направлений развития является улучшение масштабируемости и производительности блокчейн сетей. В настоящее время существует ряд исследований и проектов, направленных на создание более эффективных консенсус-алгоритмов и механизмов масштабирования, которые позволят обрабатывать большее количество транзакций за короткое время. Например, внедрение технологий второго уровня, таких как Lightning Network для биткойна, позволяет значительно увеличить пропускную способность сети без изменения основного протокола.

Еще одним важным направлением развития является интеграция блокчейн технологий с другими инновационными решениями в области цифровой безопасности, такими как искусственный интеллект, кибербезопасность и квантовые вычисления. Комбинирование этих технологий позволит создать более надежные и эффективные системы защиты данных, способные обнаруживать и предотвращать различные угрозы и атаки. Искусственный интеллект может быть использован для анализа данных в блокчейн сетях и выявления аномалий, что поможет оперативно реагировать на потенциальные угрозы. Квантовые вычисления, в свою очередь, могут значительно усилить криптографические методы защиты данных, обеспечивая дополнительный уровень безопасности.

Важным аспектом будущего развития блокчейн технологий является также создание стандартов и нормативных документов, регулирующих их использование. Это поможет установить единые правила игры и обеспечить совместимость различных блокчейн решений, а также защитить интересы пользователей и предотвратить злоупотребления. В настоящее время многие международные организации и правительственные органы активно работают над созданием таких стандартов, что свидетельствует о признании важности блокчейн технологий для будущего цифровой экономики.

Наконец, важно отметить, что успешная реализация блокчейн технологий в защите данных и приватности зависит от активного взаимодействия между государственными органами, бизнесом и академическим сообществом. Только путем совместных усилий и коллективного творчества можно создать инновационные и эффективные решения, способные обеспечить надежную защиту данных в цифровой экономике. Для этого необходимы не только технические разработки, но и создание благоприятной регуляторной среды, которая будет стимулировать внедрение блокчейн технологий и поддерживать их развитие.

Заключение

В современном мире, где цифровые технологии играют все более значимую роль во всех сферах жизни, защита данных и приватности становится все более актуальной задачей. Блокчейн технологии представляют собой мощный инструмент, способный обеспечить надежную защиту информации и обеспечить приватность в цифровой экономике. С их помощью можно создавать новые модели бизнеса, повышать эффективность операций и обеспечивать безопасность данных в различных отраслях. Однако для успешной реализации потенциала блокчейн технологий необходимо продолжать исследования, разработку и стандартизацию, а также сотрудничество между различными заинтересованными сторонами. Только тогда блокчейн сможет стать ключевым элементом цифровой безопасности и приватности в мире цифровой экономики.

Список литературы

1. Штеренберг С.И. Анализ работы алгоритмов защиты информации на основе самомодифицирующегося кода с применением стеговложения //Научные технологии в космических исследованиях Земли. – 2016. – Т. 8. – №. 2. – С. 86-90.]
2. Андрианов В.И., Романов Г.Г., Штеренберг С.И. Экспертные системы в области информационной безопасности //Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. – 2015. – С. 193-197]
3. Штеренберг С. И., Москальчук А. И., Красов А. В. Разработка сценариев безопасности для создания уязвимых виртуальных машин и изучения методов тестирования на проникновения– Информационные технологии и телекоммуникации, 2021 //Т. – 2021. – Т. 9. – С. 1-2].
4. Катасонов А. И., Штеренберг С. И., Цветков А. Ю. Оценка стойкости механизма, реализующего... Мандатную сущностно-ролевую модель разграничения прав доступа в операционных системах семейства `gnu linux` //Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. – 2020. – №. 2. – С. 50-56].
5. Штеренберг С. И. Методика применения в адаптивной системе локальных вычислительных сетей стеговложения в исполнимые файлы на основе самомодифицирующегося кода //Системы управления и информационные технологии. – 2016. – №. 1. – С. 51-54].

References

1. Shterenberg S. I. Analysis of the work of information security algorithms based on self-modifying code using a stack //High-tech technologies in space research of the Earth. – 2016. – Vol. 8. – No. 2. - pp. 86-90].
 2. Andrianov V. I., Romanov G. G., Shterenberg S. I. Expert systems in the field of information security //Current problems of infotelecommunications in science and education. – 2015. – pp. 193-197].
 3. Shterenberg S. I., Moskalchuk A. I., Krasov A.V. Development of security scenarios for creating vulnerable virtual machines and studying penetration testing methods–Information technologies and Telecommunications, 2021 //Т. – 2021. – Vol. 9. – pp. 1-2].
 4. Katasonov A. I., Shterenberg S. I., Tsvetkov A. Yu. Assessment of the stability of the mechanism implementing... The mandatory essential role model of access rights differentiation in `gnu linux` operating systems //Bulletin of the St. Petersburg State University of Technology and Design. Series 1: Natural and Technical Sciences. – 2020. – №. 2. – pp. 50-56].
 5. Shterenberg S. I. Method of application in an adaptive system of local area networks of embedding into executable files based on self-modifying code //Management systems and information technologies. – 2016. – №. 1. – pp. 51-54].
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.942

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА НОВОСТНЫХ ПОСТОВ С ЦЕЛЬЮ ИХ КЛАССИФИКАЦИИ

Ковалев С.В., ¹Дружинин А.К.

ФГБОУ ВО "ЧУВАШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ И.Н. УЛЬЯНОВА", Чебоксары, Россия (428015, Чувашская Республика, г. Чебоксары, Московский пр-кт, д.15), e-mail: ¹artemdrzhn@gmail.com

В статье рассматриваются различные алгоритмы машинного обучения, применяемые для классификации текстов. Среди множества существующих методов особое внимание уделяется наивной байесовской модели. Рассматриваются также преимущества и недостатки наивной байесовской модели по сравнению с другими методами машинного обучения, такими как логистическая регрессия и методы на основе деревьев решений. В заключение обсуждаются перспективы дальнейшего развития и улучшения алгоритмов классификации текстов, а также возможные направления будущих исследований в этой области.

Ключевые слова: Машинное обучение, классификация текстов, наивная байесовская модель, анализ контента, стратегии контентной политики, новостные посты.

THE STUDY OF MACHINE LEARNING ALGORITHMS BASED ON THE ANALYSIS OF NEWS POSTS IN ORDER TO CLASSIFY THEM

Kovalev S.V., ¹Druzhinin A.K.

I.N. ULYANOV CHUVASH STATE UNIVERSITY, Cheboksary, Russia (428015, Chuvash Republic, Cheboksary, Moskovsky ave., 15), e-mail: ¹artemdrzhn@gmail.com

The article discusses various machine learning algorithms used to classify texts. Among the many existing methods, special attention is paid to the naive Bayesian model. The advantages and disadvantages of the naive Bayesian model in comparison with other machine learning methods such as logistic regression and decision tree-based methods are also considered. In conclusion, the prospects for further development and improvement of text classification algorithms are discussed, as well as possible directions for future research in this area.

Keywords: Machine learning, text classification, naive Bayesian model, content analysis, content policy strategies, news posts.

В современном мире объем данных растет с невиданной скоростью, и значительная часть этих данных приходится на текстовые данные, такие как новостные посты. Эти данные обладают огромным потенциалом для анализа и использования в различных приложениях, от рекомендационных систем до мониторинга общественного мнения. Однако эффективная обработка и анализ этих данных представляют собой сложную задачу из-за их объема, разнообразия и динамичности.

Алгоритмы машинного обучения (МО) предоставляют мощные инструменты для автоматической обработки и анализа больших массивов данных. В частности, они могут быть использованы для классификации новостных постов по различным критериям, таким как тематика, тональность, достоверность и другие. Классификация новостных постов позволяет

не только упорядочить и структурировать информацию, но и выявлять скрытые закономерности и тренды, что особенно важно в условиях быстро меняющегося информационного ландшафта [1].

В данной работе рассматривается исследование алгоритмов машинного обучения с целью их применения к задаче классификации новостных постов. Особое внимание уделяется сравнению различных подходов и методов, их адаптивности к изменяющимся данным и эффективности в условиях реального времени. Мы проанализируем как традиционные методы машинного обучения, так и современные подходы, основанные на глубоком обучении и использовании нейронных сетей.

Целью исследования является выявление наиболее эффективных алгоритмов и методик для классификации новостных постов, а также разработка рекомендаций по их применению в различных практических сценариях. Результаты данного исследования могут быть полезны для разработчиков информационных систем, аналитиков данных, а также всех, кто интересуется современными методами анализа текстовой информации.

Для классификации текста были выбраны две модели: байесовская классификация и многомерная модель [2].

Байесовский классификатор. У нас есть строка O – новостной пост. Кроме того, имеются девять категорий C : политика, экономика, спорт, наука, технологии, культура, здоровье, образование, общество.

Формула Байеса выглядит следующим образом:

$$c = \arg \max P(C|O)$$

Обычно $P(C|O)$ не вычисляют, а переходят к косвенным вероятностям:

$$P(C|O) = \frac{P(O|C)P(C)}{P(O)}$$

По теореме Байеса числитель и знаменатель можно представить следующим образом [3]:

$$P(C|o_1 o_2 \dots o_n) = \frac{P(o_1 o_2 \dots o_n | C) P(C)}{P(o_1 o_2 \dots o_n)}$$

Следовательно конечная формула примет вид:

$$c = \arg \max_{c \in C} P(o_1 o_2 \dots o_n | C) = \arg \max_{c \in C} P(c) \prod_i (o_i | C)$$

После предварительной обработки датасета был сформирован вокабуляр, включающий для каждой метки класса: список отзывов (после этапов нормализации и токенизации) [4] и перечень слов, встречающихся во всех отзывах данного класса. Поскольку модель машинного обучения не способна обрабатывать текстовые данные в их исходном виде, необходимо преобразовать все отзывы в числовые представления. Для этого из каждой группы выбирается по 1000 наиболее часто встречающихся слов, формируя общий глоссарий.

Существует множество методов векторизации текстов, однако мы остановились на частотном кодировании. Принцип этого метода заключается в следующем: каждый отзыв представляется в виде вектора, элементы которого отражают количество вхождений каждого слова из вокабуляра (Рисунок 1). В Python библиотеке NLTK присутствуют собственные классификаторы, которые также могут быть использованы, однако они обладают недостатками, такими как более низкая скорость работы по сравнению с аналогами из библиотеки «scikit-learn» [5] и ограниченное количество настроек.

```
Connected to pydev debugger (build 193.6494.30)
bad
беспользньй --- 31
глупый --- 212
скучный --- 15
пошлый --- 51
```

Рисунок 1 – Распределение слов вокабуляре

Источник: анализ автора

Частотное кодирование, также известное как Bag-of-Words (BoW), является одним из наиболее распространённых методов представления текстовых данных в виде числовых векторов. Этот метод широко используется в задачах машинного обучения и обработки естественного языка (NLP). Преобразование текстов в векторное представление позволяет моделям эффективно анализировать и обрабатывать большие объёмы данных.

Основные этапы частотного кодирования

1. Сбор и подготовка данных;
2. Нормализация и токенизация;
3. Формирование вокабуляра;
4. Построение векторов.

Преимущества и недостатки частотного кодирования

Преимущества:

1. Простота реализации: легко реализуется с использованием стандартных библиотек Python, таких как NLTK и scikit-learn.
2. Эффективность: хорошо работает для простых задач классификации текстов и анализа тональности.

Недостатки:

1. Игнорирование порядка слов: важная информация о последовательности слов теряется, что может быть критичным для некоторых задач NLP.
2. Высокая размерность: при большом количестве уникальных слов размер векторов может стать очень большим, что усложняет обработку и требует значительных вычислительных ресурсов.

Заключение.

В данной работе исследованы алгоритмы машинного обучения для классификации текстов. Применение этих алгоритмов к новостным постам позволяет эффективно анализировать контент и разрабатывать стратегии контентной политики. Наивная байесовская модель, благодаря своей простоте и интерпретируемости, показала хорошие результаты в задаче классификации.

Список литературы

1. Дружинин А.К. Способ идентификации эмоциональной оценки отзывов на сайте / А.К. Дружинин, А.А. Андреева // Информатика и вычислительная техника: сб. науч. тр. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2020. – С. 91-95.

Ковалев С.В., Дружинин А.К. Исследование алгоритмов машинного обучения на основе анализа новостных постов с целью их классификации // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. – 2024. – Т. 9 № 8(46) с. 14–17

2. Naive Bayes [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://proglib.io/p/izuchaem-naivnyy-bayesovskiy-algoritm-klassifikacii-dlya-mashinnogo-obucheniya-2021-11-12/> (дата обращения: 04.05.2021).
3. Data Science Упрощенная Часть 10: Введение в модели классификации [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.machinelearningmastery.ru/data-science-simplified-part-10-an-introduction-to-classification-models-82490f6c171f/> (дата обращения: 25.04.2022)
4. Вальд А. Последовательный анализ: пер. с англ. – М.: Физматгиз, 1960. – 328 с.
5. Натан А. А. Математическая статистика: учеб. пособие / А. А. Натан, О. Г. Горбачёв, С. А. Гуз. – М.: МЗ Пресс-МФТИ, 2004. – 160 с.

References

1. . Druzhinin A.K. A way to identify the emotional assessment of reviews on the site / A.K. Druzhinin, A.A. Andreeva // Informatics and computer engineering: collection of scientific tr. – Cheboksary: Chuvash Publishing House. University, 2020. – pp. 91-95.
 2. Naive Bayes [Electronic resource]. Access mode: <https://proglib.io/p/izuchaem-naivnyy-bayesovskiy-algoritm-klassifikacii-dlya-mashinnogo-obucheniya-2021-11-12/> / (date of access: 05/04/2021).
 3. Data Science Simplified Part 10: Introduction to classification models [Electronic resource]. Access mode: <https://www.machinelearningmastery.ru/data-science-simplified-part-10-an-introduction-to-classification-models-82490f6c171f/> / (date of access: 04/25/2022)
 4. Wald A. Sequential analysis: trans. from English – М.: Fizmatgiz, 1960. – p.328
 5. Nathan A. A. Mathematical statistics: textbook. the manual / A. A. Nathan, O. G. Gorbachev, S. A. Guz. – М.: МН Press-МИПТ, 2004. – p.160
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.89

ИССЛЕДОВАНИЕ АГЕНТУРНЫХ СЕТЕЙ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В УПРАВЛЕНИИ ИТ-АКТИВАМИ

¹Ржавин В.В., ²Федорин Д.В.

ФГБОУ ВО "ЧУВАШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ И.Н. УЛЬЯНОВА", Чебоксары, Россия (428015, Чувашская Республика, г. Чебоксары, Московский пр-кт, д.15), e-mail: ¹ rzhforstud@gmail.com, ² fedorin-dv@gmail.com

Данная статья посвящена исследованию вопросов инвентаризации и управления ИТ-активами в организации с применением методов построения агентурной сети. Рассматривается проблематика эффективного учета и контроля над информационно-технологическими ресурсами компании с использованием современных технологий.

Ключевые слова: Агентурная сеть, учет и контроль ИТ-активов, Python, GoLang, RabbitMQ.

RESEARCH OF AGENT NETWORKS AND THEIR APPLICATION IN IT ASSET MANAGEMENT

¹Rzhavin V.V., ²Fedorin D.V.

I.N. ULYANOV CHUVASH STATE UNIVERSITY, Cheboksary, Russia (428015, Chuvash Republic, Cheboksary, Moskovsky ave., 15), e-mail: ¹ rzhforstud@gmail.com, ² fedorin-dv@gmail.com

This article is devoted to the study of inventory and management of IT assets in an organization using methods for constructing an agent network. The problem of effective accounting and control over a company's information and technological resources using modern technologies is considered.

Keywords: Agent network, accounting and control of IT assets, Python, GoLang, RabbitMQ.

В теоретическом аспекте актуальность изучения агентурных сетей и их применения в управлении ИТ-активами обусловлена необходимостью развития и совершенствования методов и моделей управления в сфере ИТ. Современная динамика развития информационных технологий требует новых подходов, которые позволяют повысить эффективность управления и адаптироваться к меняющимся условиям. Агентурные сети могут стать основой для разработки таких подходов, они представляют собой систему взаимодействующих агентов, каждый из которых выполняет определенную роль и функции в управлении ИТ-активами.

В практическом аспекте актуальность данной темы подтверждается потребностями конкретных компаний, к примеру, ООО «НПЦ «КСБ». Данная организация придает большое значение оптимизации и эффективному управлению своими ИТ-активами в условиях цифровой трансформации. [1] Основные усилия направлены на инвентаризацию, учет и контроль ИТ-активов как ключевых факторов успешности бизнеса.

Применение агентурных сетей становится для компании значимым шагом на пути решения поставленных задач, позволяя организовать эффективное взаимодействие между различными элементами ИТ-инфраструктуры.

Одной из ключевых проблем является отсутствие единой централизованной системы учета информационных ресурсов, что может привести к недостоверной информации о наличии и состоянии активов, утрате или несанкционированном использовании. Также часто возникают проблемы с обновлением и актуализацией данных, сложностью взаимодействия между различными информационными системами, а также недостаточной прозрачностью и контролем над доступом к ИТ-ресурсам.

Для решения этих проблем многие организации обращаются к использованию современных технологий, таких как автоматизированные системы учета и мониторинга ИТ-активов, централизованные базы данных, облачные сервисы и технологии аналитики данных. [2] Внедрение таких технологий позволяет повысить эффективность процессов учета и контроля, улучшить прозрачность и доступность информации для управленческих решений, а также снизить риски несанкционированного доступа к ИТ-ресурсам.[3]

При разработке сервиса инвентаризации и управления ИТ-активами была нарисована архитектурная схема (Рисунок 1).

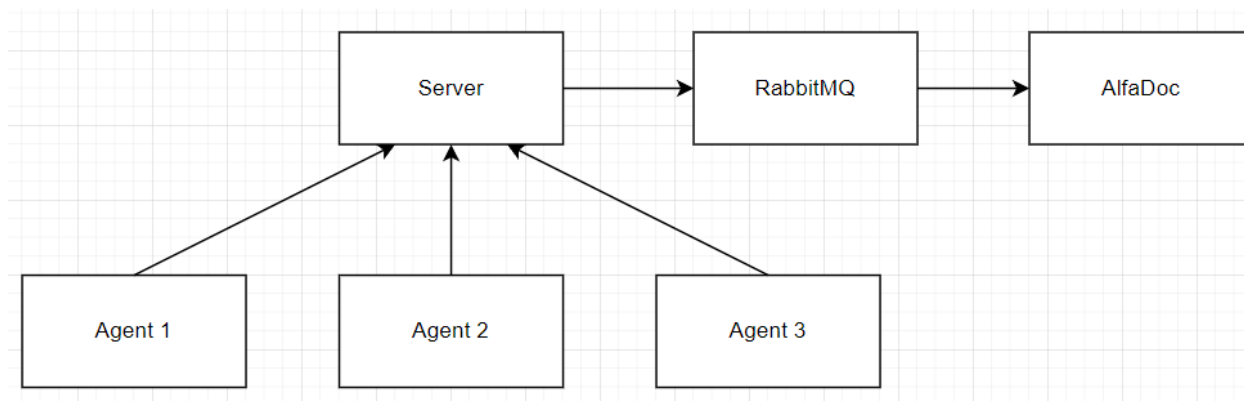


Рисунок 1 - Архитектурная схема

Схема описывает процесс, при котором агенты собирают информацию об установленном программном обеспечении или аппаратной составляющей на узле. Эта информация отправляется на сервер, который выполняет роль централизации и обработки данных. Сервер собирает полученные от агентов данные и формирует пакеты информации.

После формирования пакетов информации сервер передает их на RabbitMQ - посредника для обмена сообщениями между различными компонентами системы. Затем через RabbitMQ эти пакеты направляются на AlfaDoc — это система управления документами. [4] Этот процесс создает эффективный механизм для передачи информации от агентов к конечному получателю AlfaDoc для дальнейшей удобной инвентаризации и управления.

Такой промежуточный этап обработки данных через сервер и RabbitMQ позволяет структурировать и организовать информацию перед ее доставкой в AlfaDoc. Это также может обеспечить централизованное управление потоком данных и контролем над передаваемой информацией. Такая архитектура может повысить эффективность обработки данных и обеспечить надежность передачи информации в систему AlfaDoc.

Процесс создания списка программного обеспечения или аппаратной составляющей будет осуществляться путем анализа информации из реестра и использования пакета `gopsutil` на языке программирования GoLang. При помощи `gopsutil` можно получить информацию о оборудовании.[5]

Пакет `gopsutil` на GoLang предоставляет удобные инструменты для получения информации о системном оборудовании, такой как процессор, память, диски, сетевые интерфейсы и другие характеристики. Этот пакет облегчает доступ к системным ресурсам и позволяет производить их анализ из приложений, написанных на языке GoLang.

Анализ реестра системы и использование пакета `gopsutil` позволяет программе эффективно собирать информацию о установленном программном обеспечении и оборудовании, что может быть полезно для диагностики и мониторинга системы. Парсинг реестра и получение данных с помощью `gopsutil` на GoLang могут упростить процесс сбора данных и обеспечить приложению необходимую информацию для дальнейшей обработки или передачи на сервер для дальнейшего анализа.

Список литературы

1. Цукалос М. Golang для профи: работа с сетью, многопоточность, структуры данных и машинное обучение с Go / М. Цукалос. – СПб. : Питер, 2020. – 720 с.
2. Адам Фриман Pro Go Полное руководство по программированию надежного и эффективного программного обеспечения с использованием Golang / Фриман Адам. – Нью-Йорк : Apress, 2022. – 1285 с. – ISBN 978-1-4842-7354-8
3. Пселтис, Э. ДЖ. Поточковая обработка данных. Конвейер реального времени / Э. ДЖ. Пселтис. – Москва : ДМК Пресс, 2011. – 218 с.
4. Макконнел С Совершенный код / С Макконнел. – СПб : БХВ, 2019. – 896 с.
5. Гордон М.С. Агентурные технологии. Концепция и практика построения распределенных интеллектуальных систем. - СПб.: BHV, 2000.

References

1. . Tsukalos M. Golang for Professionals: Working with Networks, Multithreading, Data Structures, and Machine Learning with Go / M. Tsukalos. - St. Petersburg: Piter, 2020. - p.720
 2. Adam Freeman Pro Go: The Complete Guide to Programming Reliable and Efficient Software Using Golang / Freeman Adam. - New York: Apress, 2022. - p. 1285 - ISBN 978-1-4842-7354-8
 3. Pselitis, E.J. Data Stream Processing. Real-Time Pipeline / E.J. Pselitis. - Moscow: DMK Press, 2011. - p.218
 4. McConnell S. Code Complete / S. McConnell. - St. Petersburg: BHV, 2019. - p. 896
 5. Gordon M.S. Agent Technologies. Concept and Practice of Building Distributed Intelligent Systems. - St. Petersburg: BHV, 2000.
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.9

РАЗРАБОТКА АСИНХРОННОГО ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ИНТЕРАКТИВНЫХ ОНЛАЙН-ПРЕЗЕНТАЦИЙ НА БАЗЕ FASTAPI И VUE.JS

Ковалев С.В.,¹ Хабаров М.А.

ФГБОУ ВО "ЧУВАШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ И.Н. УЛЬЯНОВА", Чебоксары, Россия (428015, Чувашская Республика, г. Чебоксары, Московский пр-кт, д.15), e-mail: ¹xmaks2009@mail.ru

В данной статье рассматриваются подходы и технологии, использованные при разработке асинхронного веб-приложения для интерактивных онлайн-презентаций. Фронтенд приложения реализован на базе фреймворков Vue.js и Fabric.js, а бэкенд построен с использованием FastAPI, SQLAlchemy, Alembic и WebSockets. Приложение позволяет пользователям создавать и редактировать презентации с интерактивными элементами, а также демонстрировать слайды в реальном времени с возможностью получать результаты взаимодействий от зрителей. В статье описывается архитектура приложения, основные возможности и преимущества использования асинхронного программирования в данном контексте.

Ключевые слова: Веб-приложение, асинхронное программирование, FastAPI, Vue.js, онлайн-презентации, интерактивные элементы, WebSockets, SQLAlchemy.

DEVELOPMENT OF AN ASYNCHRONOUS WEB APPLICATION FOR INTERACTIVE ONLINE PRESENTATIONS BASED ON THE FACET API AND VUE.JS

Kovalev S.V.,¹ Khabarov M.A.

I.N. ULYANOV CHUVASH STATE UNIVERSITY, Cheboksary, Russia (428015, Chuvash Republic, Cheboksary, Moskovsky ave., 15), e-mail: ¹artemdrzhn@gmail.com

This article discusses the approaches and technologies used in the development of an asynchronous web application for interactive online presentations. The frontend of the application is implemented using the Vue.js and Fabric.js frameworks, while the backend is built using FastAPI, SQLAlchemy, Alembic, and WebSockets. The application allows users to create and edit presentations with interactive elements, as well as to demonstrate slides in real-time with the ability to receive interaction results from the audience. The article describes the application architecture, key features, and the advantages of using asynchronous programming in this context.

Keywords: Web application, asynchronous programming, Facetapi, Vue.js, online presentations, interactive elements, WebSockets, SQLAlchemy.

С развитием технологий онлайн-образования и удаленной работы, потребность в интерактивных веб-приложениях для проведения онлайн-презентаций значительно выросла. Цель данной работы - разработка веб-приложения, которое позволяет пользователям не только создавать и демонстрировать презентации, но и добавлять в них интерактивные элементы, такие как опросы и тесты. Это способствует вовлечению аудитории и позволяет в режиме реального времени получать обратную связь.

Одним из ключевых аспектов разработанного веб-приложения является поддержка интерактивных элементов, таких как опросы и тесты. Интерактивные элементы не только

повышают вовлеченность аудитории, но и предоставляют ведущему возможность оперативно получать обратную связь и адаптировать содержание презентации в реальном времени. Для реализации этой функциональности были использованы возможности библиотеки Fabric.js и механизмы обработки событий в Vue.js. [1]

Для эффективного управления состоянием интерактивных элементов и синхронизации между клиентами и сервером была использована библиотека Vuex, которая обеспечивает централизованное управление состоянием в приложении Vue.js. Это позволяет гарантировать, что все клиенты видят актуальное состояние интерактивных элементов одновременно.

Использование WebSockets является критическим для обеспечения реального времени взаимодействия. Сервер, реализованный на FastAPI, поддерживает протокол WebSocket, что позволяет двустороннюю связь между сервером и клиентами. Это позволяет мгновенно передавать результаты взаимодействия, такие как ответы на опросы или изменения в презентации, всем подключенным пользователям.

Для обеспечения безопасности приложения были реализованы механизмы аутентификации и авторизации. FastAPI предоставляет возможности для простой интеграции JWT (JSON Web Tokens) для управления сессиями пользователей. Это позволяет удостовериться, что только авторизованные пользователи имеют доступ к определенным функциям, таким как создание и редактирование презентаций.

Эффективная работа с данными является важным аспектом любого веб-приложения. В данном проекте использованы SQLAlchemy и Alembic для работы с реляционной базой данных. SQLAlchemy предоставляет мощные ORM-возможности, которые упрощают работу с базой данных, позволяя разработчикам работать с объектами Python вместо написания сложных SQL-запросов. Alembic обеспечивает управление миграциями базы данных, что упрощает процесс обновления и модификации схемы базы данных [2].

Одна из ключевых целей при разработке бэкенда приложения была обеспечение высокой производительности и масштабируемости. FastAPI, благодаря асинхронному программированию и использованию Uvicorn, позволяет обрабатывать большое количество одновременных подключений без значительных задержек. Это особенно важно для веб-приложений с высокой нагрузкой, таких как платформы для проведения онлайн-презентаций.

Один из значительных аспектов интерактивных презентаций - это возможность сбора и анализа обратной связи от аудитории. Разработанное приложение предоставляет механизмы для анализа данных в реальном времени, что позволяет ведущим адаптировать свои презентации на основе полученных ответов. В дальнейшем планируется расширить функциональность аналитики, добавив возможность хранения и анализа данных для последующего использования, что позволит проводить более глубокий анализ поведения аудитории.

Одной из перспективных направлений развития является интеграция с технологиями искусственного интеллекта. Например, можно использовать алгоритмы машинного обучения для анализа данных взаимодействий и предоставления ведущим рекомендаций по улучшению презентаций. Также возможно применение технологий обработки естественного языка для автоматической генерации отчетов по итогам опросов и тестов [3-4].

Основные возможности приложения:

1. Создание и редактирование презентаций
- 1.1. Пользователи могут создавать презентации, добавлять и редактировать слайды.

- 1.2. На слайды можно добавлять интерактивные элементы, такие как опросы и тесты.
2. Демонстрация презентаций
 - 2.1. В режиме демонстрации ведущий может переключаться между слайдами.
 - 2.2. Зрителям отображаются текущие слайды и интерактивные элементы.
3. Сбор и отображение результатов
 - 3.1. Зрители могут взаимодействовать с интерактивными элементами на слайдах (например, голосовать в опросе).
 - 3.2. Результаты взаимодействий отображаются ведущему в реальном времени и могут быть представлены на главном слайде.

Использование асинхронного программирования позволяет существенно повысить производительность и отзывчивость приложения. FastAPI предоставляет готовые механизмы для обработки асинхронных запросов, что позволяет эффективно управлять большим числом одновременных подключений и снижать нагрузку на сервер.

Разработка веб-приложений с использованием современных асинхронных технологий позволяет не только улучшить производительность, но и сделать интерфейсы более интерактивными и удобными для пользователей [5-6]. Представленное веб-приложение демонстрирует, как можно эффективно использовать Vue.js и FastAPI для создания сложных интерактивных онлайн-презентаций.

Список литературы

1. FastAPI documentation [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://fastapi.tiangolo.com/> (дата обращения: 15.02.2024).
2. Vue.js documentation [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://vuejs.org/> (дата обращения: 31.05.2024).
3. Fabric.js documentation [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://fabricjs.com/> (дата обращения: 14.03.2024).
4. SQLAlchemy documentation [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.sqlalchemy.org/> (дата обращения: 10.01.2024).
5. Alembic documentation [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://alembic.sqlalchemy.org/> (дата обращения: 05.02.2024).
6. Harris, S., & Van Rossum, G. Asynchronous Programming in Python. Python Software Foundation, 2019.

References

1. FastAPI documentation [Electronic resource]. Access mode: <https://fastapi.tiangolo.com/> (date of access: 15.02.2024).
2. Vue.js documentation [Electronic resource]. Access mode: <https://vuejs.org/> (date of access: 31.05.2024).
3. Fabric.js documentation [Electronic resource]. Access mode: <http://fabricjs.com/> (date of access: 14.03.2024).
4. SQLAlchemy documentation [Electronic resource]. Access mode: <https://www.sqlalchemy.org/> (date of access: 10.01.2024).
5. Alembic documentation [Electronic resource]. Access mode: <https://alembic.sqlalchemy.org/> (date of access: 05.02.2024).

6. Harris S., & Van Rossum, G. Asynchronous Programming in Python. Python Software Foundation, 2019.
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.056

РАЗРАБОТКА СИМУЛЯТОРА КВАНТОВОГО АЛГОРИТМА ШОРА ДЛЯ ДЕМОНСТРАЦИИ ЭТАПОВ КРИПТОАНАЛИЗА КРИПТОСИСТЕМ С ОТКРЫТЫМ КЛЮЧОМ

Ерохин А.Г.

ФГБОУ ВО САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФЕССОРА М. А. БОНЧ-БРУЕВИЧА, Санкт-Петербург, Россия (193232, г. Санкт-Петербург, просп. Большевиков, 22, корп. 1), e-mail: erokhin_anton@lenta.ru

В статье рассматривается квантовый алгоритм дискретного логарифмирования Шора и программа, моделирующая его работу. Алгоритм разделён на этапы, каждый из которых подробно описан. Симулятор выполняет эти этапы и отображает состояния квантовых регистров, что обеспечивает понятное и наглядное изучение алгоритма Шора. Сделан вывод о перспективах разработанного симулятора для криптоанализа систем с открытым ключом.

Ключевые слова: Квантовые вычисления, алгоритм Шора, дискретное логарифмирование, криптосистема с открытым ключом, криптоанализ.

DEVELOPMENT OF A SIMULATOR OF THE QUANTUM SHORE ALGORITHM TO DEMONSTRATE THE STAGES OF CRYPTANALYSIS PUBLIC KEY CRYPTOSYSTEMS

Erokhin A.G.

ST. PETERSBURG STATE UNIVERSITY OF TELECOMMUNICATIONS NAMED AFTER PROFESSOR M. A. BONCH-BRUEVICH, St. Petersburg, Russia (193232, St. Petersburg, ave. Bolshevikov, 22, bldg. 1), e-mail: erokhin_anton@lenta.ru

The article discusses the quantum algorithm of discrete logarithm of Shore and the program that simulates its operation. The algorithm is divided into stages, each of which is described in detail. The simulator performs these steps and displays the states of the quantum registers, which provides a clear and visual study of the Shore algorithm. The conclusion is made about the prospects of the developed simulator for cryptanalysis of public key systems.

Keywords: Quantum computing, Shor's algorithm, discrete logarithm, public key cryptosystem, cryptanalysis.

В современном мире обеспечение конфиденциальности и целостности информации имеет ключевое значение, поэтому криптографические алгоритмы должны обеспечивать достаточный уровень защищённости данных. [1] На сегодняшний день наиболее перспективными являются криптосистемы с открытым ключом, вычислительная стойкость которых основана на использовании односторонних функций. Однако дальнейшее развитие квантовых технологий может привести к практической непригодности некоторых криптосистем для долговременной защиты информации.

Дискретное логарифмирование в криптографии

Задача дискретного логарифмирования представляет собой одну из основных задач, на которых строятся криптосистемы с открытым ключом. В общем виде, дискретное логарифмирование – это обращение функции g^t в мультипликативной группе конечного поля. Пусть задано уравнение:

$$x = g^t \text{ mod } p, \quad (1)$$

где g и x – целое неотрицательно число, p – простое число.

Решением задачи дискретного логарифмирования является нахождение целого числа t , в соответствии с формулой (1).

Известны алгоритмы решения этой задачи, однако для достаточно больших значений p они все являются непригодны, так как имеют экспоненциальную (субэкспоненциальную) сложность. В связи с этим можно считать показательную функцию односторонней. Проблема вычисления дискретного логарифмирования используется в качестве основы криптосистем с открытым ключом Диффи-Хеллмана, Эль-Гамала, Мэсси-Омуры.

Квантовый алгоритм Шора

На данный момент наиболее перспективным алгоритмом нахождения дискретного логарифма является алгоритм [2] Шора, использующий квантовые вычисления. Теоретически доказано, что с его помощью можно вычислить дискретный логарифм за полиномиальное время. Для реализации алгоритма необходимо использовать три квантовых регистра, два из которых содержат значения аргументов, а третий – значения функции. Схема алгоритма представлена на Рисунке 1.

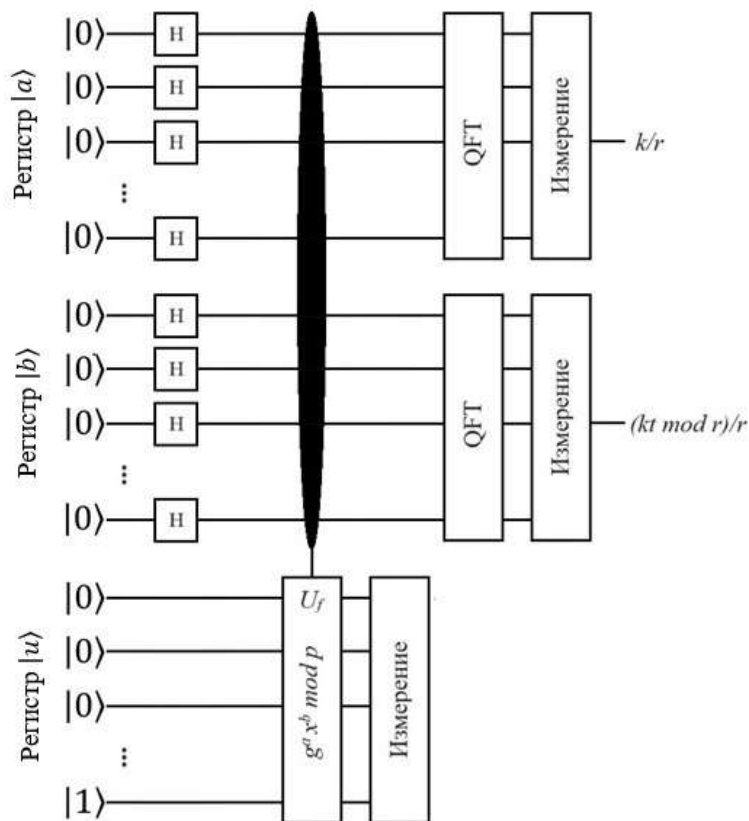


Рисунок 1. - Схема алгоритма Шора

Реализацию алгоритма можно разделить на следующие этапы:

1. Инициализация квантовых регистров;
2. Установка равновероятной суперпозиции возможных состояний регистров $|a\rangle$ и $|b\rangle$;
3. Квантовое возведение в степень;
4. Измерение значения функции в регистре $|u\rangle$;
5. Обратное квантовое преобразование Фурье;
6. Измерение состояния регистров;
7. Постквантовая обработка.

В результате выполнения алгоритма будет получено значение дискретного логарифма. Более подробно рассмотрим каждый этап квантовой части алгоритма.[3]

Два n -кубитовых регистра $|a\rangle$ и $|b\rangle$ установить в состояние $|0\rangle = |000 \dots 0\rangle$. Регистр $|u\rangle$ (такой же размерности) установить в состояние $|1\rangle = |000 \dots 1\rangle$. В результате состояние регистров примет вид:

$$|0\rangle|0\rangle|1\rangle. \quad (2)$$

К кубитам регистров $|a\rangle$ и $|b\rangle$ применяется преобразование Адамара. В результате получаем равновероятные суперпозиции всех возможных состояний. Состояние, описанное формулой (2), переход в состояние:

$$|0\rangle|0\rangle|1\rangle \xrightarrow{H^{\otimes n}} \frac{1}{\sqrt{2^n}} \sum_{a=0}^{2^n-1} \sum_{b=0}^{2^n-1} |a\rangle|b\rangle|1\rangle. \quad (3)$$

Полученные суперпозиции управляют оператором U_f , где вычисляются значения функции $g^ax^b \bmod p$ сразу для всех a и b . [4] Результаты вычислений записываются в регистр $|u\rangle$. В результате состояние регистров, описанное формулой (3), примет вид:

$$\frac{1}{\sqrt{2^n}} \sum_{a=0}^{2^n-1} \sum_{b=0}^{2^n-1} |a\rangle|b\rangle|1\rangle \xrightarrow{U_f} \frac{1}{\sqrt{2^n}} \sum_{a=0}^{2^n-1} \sum_{b=0}^{2^n-1} |a\rangle|b\rangle|g^ax^b \bmod p\rangle. \quad (4)$$

Измеряется $|u\rangle$. Ввиду того что функция $g^ax^b \bmod p$ – периодическая и имеет два независимых периода, получаем периодическую суперпозицию состояний регистров a и b , удовлетворяющих измеренному значению u . Состояние, описанное формулой (4), переход в состояние вида:

$$\frac{1}{\sqrt{2^n}} \sum_{a=0}^{2^n-1} \sum_{b=0}^{2^n-1} |a\rangle|b\rangle|g^ax^b \bmod p\rangle \xrightarrow{\text{measure } |u\rangle} \frac{1}{\sqrt{2^n}} \sum_{a=0}^{2^n-1} \sum_{b=0}^{2^n-1} |a\rangle|b\rangle|u\rangle. \quad (5)$$

Применяется обратное квантовое преобразование Фурье к последовательностям значений a и b одноимённых регистров, которые соответствуют фиксированному значению u (формула (5)). QFT^{-1} переводит состояние $|a\rangle|b\rangle$ в состояние:

$$|a\rangle|b\rangle \xrightarrow{QFT^{-1}} \frac{1}{\sqrt{2^n}} \sum_{c=0}^{2^n-1} \sum_{d=0}^{2^n-1} e^{\frac{-2\pi i(ac+bd)}{2^n}} |c\rangle|d\rangle. \quad (6)$$

Значения состояний c и d , сохраняются после преобразования, в соответствии с формулой (6), в регистрах a и b . Проводится измерение состояний регистров $|a\rangle$ и $|b\rangle$. В результате измерения регистров, полученные значения передаются на постквантовую обработку. [5] На этом выполнение квантового алгоритма Шора завершено.

Описание симулятора

Симулятор разработан с использованием языка программирования C++ и фреймворка для кроссплатформенной разработки Qt. На данный момент симулятор поддерживает работу на операционных системах семейства Windows и Astra Linux.

При запуске симулятора пользователь должен ввести исходные данные, для того чтобы начать выполнение алгоритма дискретного логарифмирования Шора. Здесь так же отображены параметры системы, процесс выполнения алгоритма и краткие теоретические сведения об алгоритме Шора.

После выполнения расчётов предусмотрена возможность переключения между окнами, каждое из которых представляет собой один этап выполнения. В случае, если введены некорректные данные, по которым невозможно вычислить дискретный логарифм, программа сообщит об этом.

На каждом этапе отображается краткий теоретический материал и представлены таблицы, показывающие возможные состояния квантовых регистров от 0 до 2^n-1 , где n – число кубит. Пример такого окна приведён на Рисунке 2. Каждый квадрат соответствует одному из состояний регистра. Светлый квадрат свидетельствует, что это состояние активно.

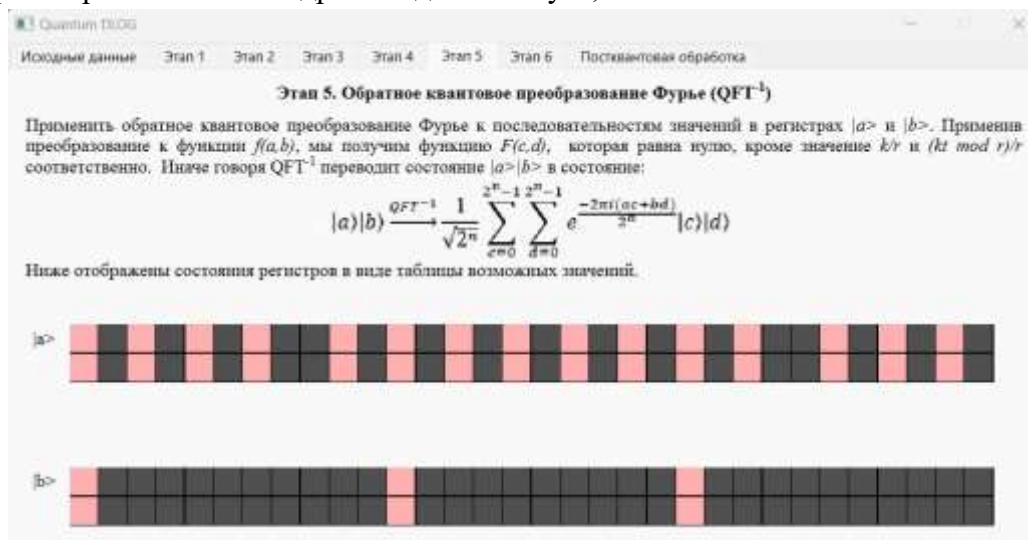


Рисунок 2. - Пример работы симулятора

После выполнения алгоритма должен быть получен результат вычисления дискретного логарифма вместе с проверкой правильности вычисления. Пример результата работы симулятора приведён на Рисунке 3. В случае если результат не был получен, необходимо повторить выполнение алгоритма. Это связано с тем, что алгоритм имеет вероятностный характер.

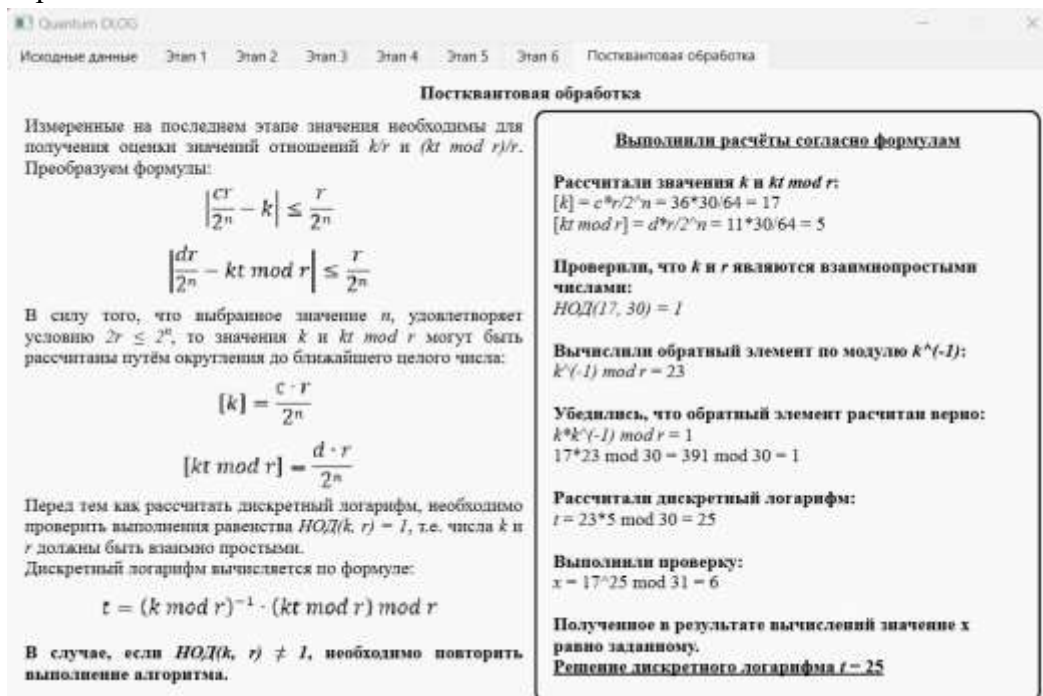


Рисунок 3. - Результат работы

Заключение

В статье проведено исследование квантового алгоритма дискретного логарифмирования Шора, с помощью которого можно показать, что криптосистемы, основанные на задаче дискретного логарифмирования, утратят свои функции к долговременной защите информации при дальнейшем развитии квантовых компьютеров.

Разработана программа-симулятор, демонстрирующая работу данного алгоритма. Данный симулятор предназначен для наглядного изучения алгоритма Шора в рамках криптоанализа криптосистем с открытым ключом, в основе которых лежит задача дискретного логарифмирования.

Список литературы

1. Кайе Ф., Лафлам П., Моска М. Введение в квантовые вычисления – М. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2009. – 360 с. ISBN 978-5-93972-766-2.
2. Коржик В. И., Яковлев В. А., Основы криптографии: учебное пособие – СПб., ИЦ Интермедия, 2016. – 296 с. ISBN 978-5-89160-097-3.
3. Нильсен М., Чанг И. квантовые вычисления и квантовая информация : Пер. с англ. – М. : Мир, 2006. – 824 с. ISBN 5-03-003524-9.
4. Сысоев С.С. Введение в квантовые вычисления. Квантовые алгоритмы : учебное пособие. СПб: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2019. – 144 с. ISBN 978- 5-288-05933-9.
5. Shor P. W. Polynomial-Time Algorithms for Prime Factorization and Discrete Logarithms on a

References

1. Kaye F., Laflamme R., Mosca M. Introduction to quantum Computing – Moscow – Izhevsk: SIC "Regular and Chaotic Dynamics", Institute of Computer Research, 2009. – 360 p. ISBN 978-5-93972-766-2.
 2. Korzhik V. I., Yakovlev V. A., Fundamentals of cryptography: textbook – St. Petersburg, IC Intermedia, 2016. – 296 p. ISBN 978-5-89160-097-3.
 3. Nielsen M., Chang I. quantum computing and quantum information : Translated from English – M. : Mir, 2006. – 824 p. ISBN 5-03-003524-9.
 4. Sysoev S.S. Introduction to quantum computing. Quantum algorithms : a textbook. St. Petersburg: Publishing House of St. Petersburg University, 2019. – 144 p. ISBN 978- 5-288-05933-9.
 5. Shor P. W. Polynomial-Time Algorithms for Prime Factorization and Discrete Logarithm on a Quantum Computer // Foundations of Computer Science : Conference Publications. 1997. pp. 1484-1509.
-



Международный журнал информационных технологий и
энергоэффективности

Сайт журнала: <http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.9

ОБЗОР МЕТОДОВ АВТОНОМНОЙ НАВИГАЦИИ

Капирусов М.А.

*ФГБОУ ВО "МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Э. БАУМАНА (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)",
Москва, Россия, (105005, город Москва, 2-Я Бауманская ул, д. 5 стр. 1), e-mail:
m.kapirusov@mail.ru*

В данной работе объектом исследования является анализ существующих методов автономной навигации, применяемой в робототехнике. В современном мире мобильные роботы являются неотъемлемой частью жизни человека. Они часто используются в повседневных задачах, например, доставке товаров. Автономная навигация является неотъемлемой частью современных средств передвижения и активно внедряется в жизнь человека. Для понимания автономной навигации необходимо были рассмотрены основные классификации. Проанализированы технологии, с помощью которых реализован тот или иной метод автономной навигации. Результатом обзора стала сравнительная таблица, в которой продемонстрированы особенности каждой автономной системы.

Ключевые слова: Робототехника, автономная система навигации, мобильный робот, методы автономной навигации, ROS, Gazebo

OVERVIEW OF AUTONOMOUS NAVIGATION METHODS

Kapirusov M.A.

*BAUMAN MOSCOW STATE TECHNICAL UNIVERSITY (NATIONAL RESEARCH UNIVERSITY),
Moscow, Russia, (105005, Moscow, 2nd Baumanskaya ul, 5 bld. 1), e-mail: m.kapirusov@mail.ru*

In this paper, the object of research is the analysis of existing methods of autonomous navigation used in robotics. In the modern world, mobile robots are an integral part of human life. They are often used in everyday tasks, such as delivering goods. Autonomous navigation is an integral part of modern means of transportation and is actively being introduced into human life. To understand autonomous navigation, it was necessary to consider the main classifications. The technologies used to implement one or another method of autonomous navigation are analyzed. The result of the review was a comparative table, which demonstrates the features of each autonomous system.

Keywords: Robotics, autonomous navigation system, mobile robot, autonomous navigation methods, ROS, Gazebo.

Введение

В современном мире робототехника является одной из самых актуальных тем. Применение мобильных роботов можно встретить в таких местах как аэропорт, больница, частное предприятие, фабрика и т.п. Они используются для перевозки или доставки предметов (грузов, посылок и пр.), патрулирования территории или уборки. Также мобильные роботы способны заменить человека в тех видах деятельности, где необходимо уменьшить опасность человеческой жизни. В век информационных технологий мобильные роботы являются неотъемлемой частью жизни человека, поскольку робот позволяет не только перемещаться в пространстве, но и взаимодействовать с объектами окружающей его среды [1].

Современные разработчики мобильных роботов пытаются всячески усовершенствовать свои модели: улучшить средства картографирования и ориентации, создать более совершенные датчики, увеличить мобильность, увеличить автономность и срок эксплуатации. За счёт этих улучшений мобильные роботы обладают такими внешними исследовательскими средствами как лазерный датчик LIDAR, камера или стереокамера, позволяющие сканировать местность, в которой находится робот.

Применяемые на данный момент роботы, в основном, управляются с помощью человека и мало автоматизированы. Для полноценной работы мобильному роботу необходимо построить карту помещения для корректной навигации и построения маршрута, соблюдая при этом все необходимые меры безопасности. Но без вмешательства человека построить точную карту местности для перемещения мобильного робота становится проблематично. Для решения данной проблемы стала изучаться тема автономной навигации роботов.

На данный момент проходят активные исследования на тему автономной навигации такими известными компаниями как Google, Amazon, Boston Dynamics, Yandex и другими [2]. Для автономной навигации используются сканирующий лазерный дальномер (LIDAR), датчики движения мобильного робота, датчики ориентирования и создания карт местности в трёхмерном пространстве. В ходе исследований было выяснено, что для достижения полностью автономной системы необходимо использовать все доступные средства в совокупности.

Для тщательного изучения работы с мобильными роботами существуют разнообразные симуляторы, позволяющие протестировать разнообразные ситуации, связанные с трёхмерной робототехникой перед созданием реальной автономной системы управления. Одним из таких симуляторов является Gazebo симулятор с открытым исходным кодом, который используется совместно с операционной системой для роботов ROS [3].

В данной работе рассмотрены вопросы, связанные с методами автономной навигации мобильных роботов и разработкой такой системы.

Обзор методов автономной навигации

Что такое автономная навигация?

Автономная навигация – это выполнение определенной задачи роботом без использования человеческой помощи.

В робототехнике выделяют три основных принципа автономной навигации [4]:

Локальный – нахождение координат робота по отношению к некому объекту (как правило к стартовой точке). Такой вид автономной навигации применяется разработчиками беспилотных самолетов и наземных роботов, карта действий которых заданы заранее.

Глобальный – нахождение координат робота при движении по длинным маршрутам.

Персональный – позиционирование роботом и его составляющих (датчиков, колес и всего тела) относительно близлежащих предметов и взаимодействие с ними. Данный метод актуален для роботов имеющие манипуляционные приспособления.

Так же системы навигации классифицируются на пассивные, активные и гибридные.

Пассивная система навигации заключается в том, что информация о координатах робота и других параметров его тела получены за счёт внешних устройств.

Активная система навигации заключается в том, что координаты робота и других параметров его тела получены самим роботом без участия внешних устройств.

Гибридная система навигации, в свою очередь, объединяет оба метода навигации и подкрепляет их программными алгоритмами нахождения точек исследования местности.

Пассивные системы навигации

Первые прототипы роботов с автономной навигации были созданы в 1960е годы [4]. Они передвигались по строго заданному маршруту при помощи электрических кабелей, проложенных под полом промышленного помещения. Также на роботов устанавливались упрощённые устройства считывания электромагнитного излучения, исходящего от кабеля, позволяющие роботу корректно позиционировать себя в пространстве.

Позже стали появляться первые системы машинного зрения, которые значительно упростили задачу создания полностью автономной системы навигации. Примером ранней реализации машинного зрения является робот с камерой и визуальные объекты (точки, линии и пр.), называемые маркерами, по которым робот ориентировался.

Со временем маркерная система стала эволюционировать и с помощью более современных аналоговых датчиков мобильные роботы смогли получать подробную информацию об окружающей среде.

С изобретением такой технологии как GPS автономная навигация сделала резкий шаг вперед. Она стала применяться в спутниках, автопилотах и прочих технологиях, но не взывала своей популярности в сфере мобильных роботов. Произошло это по причине того, что GPS не способен передать точные координаты робота в пространстве из-за наличия погрешности, что является абсолютно недопустимым фактором в сфере промышленного применения, так как возможны непредвиденные столкновения с роботом вплоть до летальных последствий для человека.

Разработчики пассивной локальной системы автономной навигации активно используют искусственные объекты для ориентирования. Примером такого искусственного объекта является специализированная вышка, с помощью которой робот ориентируется в пространстве получая с неё данные о местности. Такие системы реализованы в коммерческих предприятиях, где робот при помощи специализированных вышек довольно точно рассчитывает расстояния до объектов. Ключевым недостатком данной системы автономной навигации заключается проблема с нахождением ключевых ориентиров при изменении внешней среды.

Еще одним популярным примером пассивной автономной системы является GPS. Его принцип аналогичен предыдущему, но в качестве вышек используется спутник. Такой метод имеет ряд преимуществ, например, работу в недетерминированной среде и отсутствие ограничения размера исследуемой территории (с условием стабильного подключения к спутнику). Ключевым недостатком в работе GPS является снижение точности работы в помещении и метрах плохого подключения к спутнику.

Другим примером пассивной локальной системы автономной навигации является аппаратная система, генерирующая радиосигнал, который обрабатывается за счёт процессора. На определенной местности располагаются фиксированные радиовышки, которые и помогают роботу перемещаться. Недостатком данной системы является то, что робот неспособен обходить препятствия или использовать альтернативный способ маршрута. Если же сделать комплексную систему радиовышек, то на обработку данных процессором уйдет достаточно большое время.

Самым эффективным способом реализации пассивной локальной автономной навигации является система непрерывных радиометок. Её принцип заключается в том, что специальное устройство создает сигнал, распространяемый на большую площади и имеющий определенные параметры, которые меняются в зависимости от расстояния от источника. Минусом является дороговизна и низкая надежность системы.

Примером применения данной системы является мобильный робот Mini-Ranger Falcon от компании Motorola, который определяет координаты с точностью 2 м на удалении 75 км от радиомаяка [5].

Активные системы навигации

Наиболее популярным представителем этой группы является инерционная навигационная система (ИНС) [6]. Изначально её использовали в ракетостроении. Примером ИНС является гироскоп, который позволяет измерить момент внешней силы, прикладываемый к телу и за счёт этого рассчитать положение и скорость этого тела относительно точки, с которой начиналось движение. Механические акселерометры, в свою очередь, способны определить схожим образом собственное ускорение.

Активное применение ИНС можно встретить в самолётах, кораблях, машинах, устройствах наведения и пр. Но основным недостатком механических ИНС является накопление ошибок измерения за время активной работы. Это означает, что чем больше времени прошло с начала движения робота, тем больше будет погрешность в определении местоположения и вычислении координат. Также ИНС является низкоэффективной в работе с теми объектами, где скорость непостоянна и имеет изменчивый характер.

Самым простым устройством ИНС, применяемым в робототехнике, является одномер [7]. Принцип его заключается в том, что он периодически измеряет скорость вращения колеса. В совокупности имея параметры диаметра колеса, одномер с лёгкостью вычисляет пройденное расстояние. Недостатком является не идеальность покрывки, за счёт чего могут возникнуть ошибки.

С развитием бесконтактных систем локальной навигации стали появляться устройства генерации радио, ультразвуковых или инфракрасных сигналов, а также лазерных дальномеров. В свою очередь эффективность данных устройств напрямую зависит от характеристики местности, в которой расположен робот.

Дальномеры [7]– это устройства, которые определяют расстояние между объектами с помощью встроенной системы генерации и получения сигнала. Существует несколько популярных видов дальномеров: лазерный и радио.

В лазерном дальномере (LIDAR) расстояние определяется с помощью испускания лазерных волн оптического диапазона с дальнейшей регистрацией лазерных импульсов, которые были рассеяны объектами.

В радиодальномере расстояние определяется с помощью радиоволн, которые отражаются от объектов исследования. В основу принципа действия положено определение времени прохождения радиоволны от радиодальмера до какого-либо объекта и обратно, расстояние до которого будет прямо пропорционально этому времени.

Данные методы исследования территории имеют ключевые недостатки в виде накопления ошибок, что может привести к неточному построению карты местности.

Гибридные системы навигации

Основным недостатком ранее упомянутых систем автономной навигации в совокупности являлось отсутствие какой-либо интеллектуальной составляющей. Гибридная система автономной навигации, в свою очередь, использует совокупность всех средств и занимается анализом местности, в которой расположен робот. С помощью доступных роботу устройств, он пытается создать собственный образ окружающей его местности, в которой ему предстоит перемещаться. После чего он формирует маршрут и движется по нему, постоянно сверяя имеющуюся у него карту местности с данными, полученными от устройств внешней среды.

Гибридные системы навигации [8] способны самостоятельно создавать двумерные карты области, в которой они перемещаются. Для этого применяются такие технологии, как лазерный дальномер (LIDAR). Но робот не может воссоздать максимально чёткую карту местности, используя только LIDAR. Из-за множества факторов, таких как эхо, помехи и пр. Поэтому в построении карты местности используются такие датчики, как одномер и др. В совокупности роботу удастся построить необходимую для работы карту местности.

Одним из широко используемых в гибридных методах навигации является SLAM-метод.

SLAM (simultaneous localization and mapping — одновременная локализация и построение карты) — метод, используемый в мобильных автономных средствах для построения карты в неизвестном пространстве или для обновления карты в заранее известном пространстве с одновременным контролем текущего местоположения и пройденного пути.

С математической точки зрения, SLAM пытается оценить карту и весь путь, пройденный роботом. Таким образом, поза робота рассчитывается только в конце траектории, проделанной роботом. Вероятностное определение подхода полного SLAM может быть дано следующим образом [9]:

$$u_{\{1:t\}} = \{u_1, u_2, u_3, \dots, u_t\},$$

где u представляет собой управление роботом в момент времени t

$$z_{\{1:t\}} = \{z_1, z_2, z_3, \dots, z_t\},$$

где z представляет собой информацию об окружающей среде, обозреваемой роботом в момент времени t

$$x_{\{1:t\}} = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_t\},$$

где x — полученное местоположение робота в момент времени t . Таким образом, для расчета траектории робота, можно все представить в следующем виде:

$$p(x_{\{1:t\}}, m | z_{\{1:t\}}, u_{\{1:t\}}).$$

где m представляет собой построенную карту. На Рисунке 1 представлена графическая модель SLAM подхода.

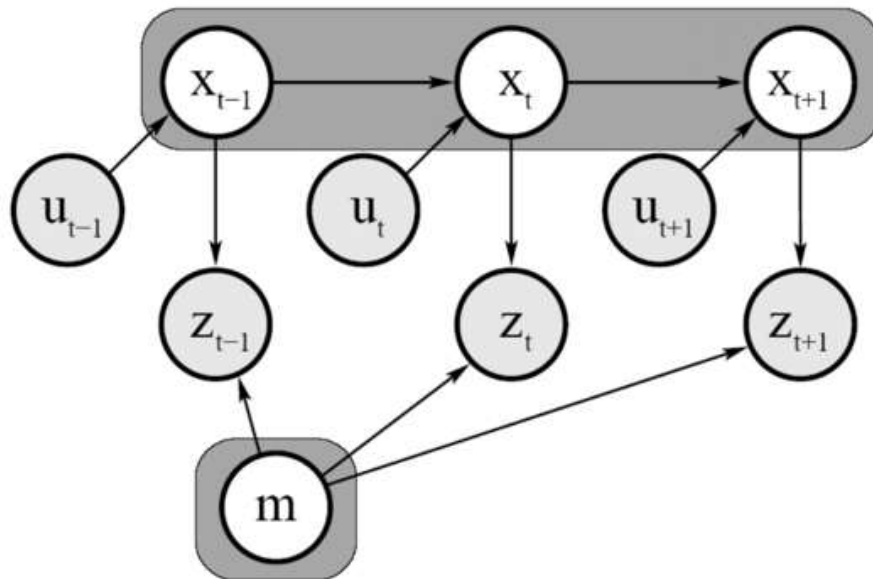


Рисунок 1 – Графическая модель SLAM подхода [9]

Структурное представление карты местности зависит от среды функционирования.

Для выбора наилучшей реализации задач SLAM вводится условная классификация сред функционирования:

- с многочисленными ярко выраженными ориентирами (например, поле с отдельно стоящими кустами)

- с отсутствием ярко выраженных ориентиров (например, коридоры, комнаты, где в качестве ориентиров могут выступать углы)

Если в исследуемой среде нет возможности найти ориентиры, то её рационально представить в виде массива, где элементы, отражающие положение препятствий, имеют значение 1, а все остальные — 0. (Такое представление карты применяется, например, в алгоритме DP-SLAM [10])

В случае, когда в исследуемой местности есть многочисленные ориентиры, карта представляет собой массив оценок их местоположения. Размерность массива $R \cdot m$, где R — размерность пространства, m — количество ориентиров.

Для хранения структуры такой карты проще всего использовать картографическую базу данных, которая отражает положение ориентиров, их уникальные свойства и взаимосвязи. Матрица оценок состояния динамической системы на основе расширенного Филтра Калмана использует именно этот вариант представления карты.

Несмотря на решение многих задач автономной навигации SLAM-метод имеет ключевые особенности, влияющие не его функционал. Например, для корректной работы алгоритма анализа местности все объекты должны быть стационарными и не менять свое местоположение, иначе алгоритм продублирует их. Эту проблему решает гибридная система навигации, которая добавляет использование дальномеров, таких как LIDAR, стереокамера и одномер.

Сравнение методов автономных навигаций

Произведя обзор методов автономной навигации, можно выделить совокупность особенностей каждого из них.

Таблица 1. - Сравнение методов автономной навигации

	Пассивная		Гибридная	Активная	
	GPS	Радио метки		Колесная одометрия	LIDAR
Не накапливают ошибку	Да	Да	Да	Нет	Нет
Высокая точность на коротких траекториях	Нет	Нет	Да	Да	Да
Работает в недетерминированной среде	Да	Нет	Да	Да	Да
Не снижает точность в помещении	Нет	Нет	Да	Да	Да
Размер территории не ограничен	Да	Нет	Нет	Да	Да
Инвариантна к проскальзыванию колес	Да	Да	Да	Нет	Да
Не требует стационарных объектов	Да	Нет	Нет	Да	Да
Инвариантна к изменениям в среде	Да	Да	Нет	Да	Да

Источник: анализ автора

Таким образом можно сделать вывод, что каждый из методов навигации имеет свои достоинства и недостатки. Совокупность всех этих методов навигации способствует улучшению алгоритма и выбора определенного метода зависит от типа решаемой задачи.

Список литературы

1. Костишин М. О., Жаринов И. О., Суслов В. Д. Автономная навигация мобильного робота на основе ультразвукового датчика измерения расстояний // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2013. – №. 2 (84).
2. Тенденции развития мобильных роботов: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://controleng.ru/innovatsii/robototehnika/tendencii-razvitiya-mobilnyh-robotov/>
3. Документация ROS: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://wiki.ros.org/ROS/Tutorials>
4. Навигация мобильных роботов: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.computer-museum.ru/frgnhist/robonav.htm>
5. Lachapelle G. et al. Shipborne GPS kinematic positioning for hydrographic applications // Navigation. – 1988. – Т. 35. – №. 1. – С. 73-88.

6. Различия БИНС и ИНС: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://mp-lab.ru/difference-bins-and-ins/>
7. Урваев И. Н. Навигация мобильного робота на основе методов лазерной дальнометрии //Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2021. – №. 1 (35). – С. 44-51.
8. Синютин С. А. Гибридная навигационная система для автомобиля //Ползуновский вестник. – 2011. – №. 3-1. – С. 179-183.
9. de Freitas C. M. S. Autonomous navigation with simultaneous localization and mapping in/outdoor. – 2020.
10. Eliazar A., Parr R. DP-SLAM: Fast, robust simultaneous localization and mapping without predetermined landmarks //IJCAI. – 2003. – Т. 3. – С. 1135-1142.

References

1. Kostishin M. O., Zharinov I. O., Suslov V. D. Autonomous navigation of a mobile robot based on an ultrasonic distance measurement sensor //Scientific and Technical Bulletin of Information Technologies, Mechanics and Optics. – 2013. – №. 2 (84).
 2. Trends in the development of mobile robots: [Electronic resource] – Access mode: <https://controleng.ru/innovatsii/robototekhnika/tendencii-razvitiya-mobilnyh-robotov/>
 3. ROS documentation: [Electronic resource] – Access mode: <http://wiki.ros.org/ROS/Tutorials>
 4. Navigation of mobile robots: [Electronic resource] – Access mode: <https://www.computer-museum.ru/frgnhist/robonav.htm>
 5. Lachapelle G. et al. Shipborne GPS kinematic positioning for hydrographic applications //Navigation. – 1988. – Vol. 35. – No. 1. – pp. 73-88.
 6. Differences between BINS and INS: [Electronic resource] – Access mode: <https://mp-lab.ru/difference-bins-and-ins/>
 7. Urvaev I. N. Navigation of a mobile robot based on laser rangefinder methods //Measurement. Monitoring. Management. Control. – 2021. – №. 1 (35). – Pp. 44-51.
 8. Sinyutin S. A. Hybrid navigation system for a car //Polzunovsky bulletin. – 2011. – №. 3-1. – pp. 179-183.
 9. de Freitas C. M. S. Autonomous navigation with simultaneous localization and mapping in/outdoor. – 2020.
 10. Eliazar A., Parr R. DP-SLAM: Fast, robust simultaneous localization and mapping without predetermined landmarks //IJCAI. – 2003. – Vol. 3. – pp. 1135-1142.
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.9

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОСЕЩАЕМОСТИ ВЕБ-САЙТОВ

¹Бондаренко О.С., ²Кипилова А., ³Смирнов А.А.

ФГАОУ ВО "НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ (ИТМО)", Санкт-Петербург, Россия (197101, город Санкт-Петербург, Кронверкский пр-кт, д. 49 литер а), e-mail: ¹rancerenly@gmail.com, ²akipilova@gmail.com, ³smirnov.andrew.1999@yandex.ru

В контексте информационного общества, эффективное управление веб-трафиком становится критическим для функционирования веб-сайтов, служащих основными платформами для коммуникации и коммерции. Проблемы, связанные с колебаниями трафика, такие как сбои и замедление загрузки, могут негативно сказаться на бизнес-показателях, особенно в периоды пиковой активности пользователей. Использование аналитических инструментов, включая Google Analytics и Grafana, обеспечивает сбор и анализ данных о посещаемости, что способствует прогнозированию тенденций и оптимизации маркетинговых стратегий. Методы прогнозирования, такие как ARIMA и LSTM, основанные на временных рядах, позволяют с высокой точностью предсказывать будущий трафик, что является ключевым для адаптации ресурсов веб-сайтов к изменяющимся условиям. Точные прогнозы трафика предоставляют необходимые данные для управления ресурсами, оптимизации нагрузки и предотвращения технических проблем, тем самым улучшая пользовательский опыт и поддерживая стабильность бизнес-операций.

Ключевые слова: Веб-трафик, аналитические инструменты, прогнозирование трафика, пользовательский опыт, веб-технологии.

COMPARATIVE ANALYSIS OF METHODS FOR PREDICTING WEBSITE TRAFFIC

¹Bondarenko O.S., ²Kipilova A., ³Smirnov A.A.

NATIONAL RESEARCH UNIVERSITY OF INFORMATION TECHNOLOGIES, MECHANICS AND OPTICS (ITMO), St. Petersburg, Russia (197101, St. Petersburg, Kronverkskiy pr-kt, 49, lit.a), e-mail: ¹rancerenly@gmail.com, ²akipilova@gmail.com, ³smirnov.andrew.1999@yandex.ru

In today's information society, managing web traffic effectively is crucial for the success of websites that serve as the primary platforms for communication and commerce. Issues related to traffic fluctuation, such as sudden spikes and slow downloads, can significantly impact business performance, particularly during peak user activity periods. The use of analytical tools like Google Analytics and Grafana enables the collection and analysis of traffic data. This data helps predict trends and optimize marketing strategies, ensuring a smooth user experience. Forecasting techniques such as ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average) and LSTM (Long Short-Term Memory) models, based on historical traffic patterns, allow for highly accurate predictions of future traffic. These predictions are essential for adapting website resources to changing conditions and preventing technical problems. Accurate traffic forecasts provide vital data for managing resources, optimizing load, and preventing downtime. This, in turn, enhances the user experience and maintains the stability of business operations, ultimately contributing to long-term success.

Keywords: Web-traffic, analytical tools, traffic forecasting, user experience, web-technologies.

Современное информационное общество охватывает все сферы человеческой жизни, и веб-сайты становятся ключевым инструментом для обмена информацией, предоставления услуг и ведения бизнеса.

Способность справляться с колебаниями трафика является решающим фактором успеха любой организации. Увеличение трафика веб-сайта может создать несколько проблем, поскольку многие люди сталкивались со сбоем веб-сайта или медленной скоростью загрузки из-за большого трафика. Например, во время праздников интернет-магазины могут выйти из строя из-за наплыва пользователей, пытающихся войти на платформу, превышающую ее возможности. Такие сценарии могут привести к снижению рейтингов пользователей и заставить их переключиться на другие веб-сайты, тем самым снижая бизнес организации. Веб-сайты должны отображать веб-страницу посещения для распределения компьютерных ресурсов, прогнозирования будущих доходов и прогнозирования будущего роста рекламы. Чтобы определить популярность определенных разделов или страниц и выявить тенденции, веб-сайты отслеживают как входящий, так и исходящий трафик. Это позволяет им анализировать такие данные, как частота посещения определенной страницы посетителями из определенной страны.

Анализ инструментов для сбора информации посещаемости веб-сайта

Прогнозный анализ посещаемости веб-сайта становится ключевым элементом для компаний, основной деятельностью которых является онлайн-торговля. С увеличением числа интернет-пользователей каждый год наблюдается значительный рост посещаемости веб-сайтов. Согласно данным различных источников, прирост трафика на популярных веб-ресурсах составляет в среднем 10% ежегодно. Социальные сети стали одними из наиболее посещаемых рекламных площадок в онлайн-пространстве. Данные ресурсы служат платформами, где ежедневно сотни и тысячи пользователей просматривают и взаимодействуют с рекламой. Способность адекватно предсказывать и анализировать рост трафика играет критическую роль в эффективном управлении онлайн-торговлей и формировании успешных маркетинговых стратегий. [1]

Статистика в сфере интернета представляет собой информацию о том, как часто и кем посещается веб-ресурс. Борисевич А. С. [2] под понятием "посещаемость" понимает количество загрузок страниц сайта пользователем сети. Эти данные особенно важны для владельцев веб-ресурсов. Имея доступ к статистике, они могут делать выводы о результативности рекламных кампаний, интересе пользователей к контенту сайта, технических характеристиках посетителей и многом другом. Это особенно актуально, учитывая, что многие веб-сайты служат рекламными площадками.

Веб-аналитика автоматизирует процесс сбора и систематизации данных, облегчая анализ и принятие решений в цифровом маркетинге. С ее помощью измеряется поток кликов, наблюдаются источники посещаемости и поведение посетителей. [3]

Информация о трафике собирается на аккаунте рекламодателя и анализируется с помощью отчетов. Эти отчеты содержат различные метрики, такие как количество посетителей на сайте, количество кликов по рекламе, глубина просмотра, стоимость клика и другие. Полученные данные могут быть экспортированы в формате .xml для дальнейшего использования. [1]

Google Analytics является ведущим инструментом веб-аналитики с множеством отслеживаемых параметров, таких как процент отказов, количество веб-сессий, средняя продолжительность сессии и другие. [3]

Одним из основных средств анализа данных для прогнозирования динамики нагрузки является визуализация, которая помогает представить численные статистические данные в удобной форме через графику, диаграммы и гистограммы. Для этого используются специализированные программы. Примером такого инструмента для визуализации статистических данных с веб-серверов является пакет Grafana. [Ошибка! Источник ссылки не найден.]

Анализ инструментов для прогнозирования веб-трафика

Прогнозирование веб-трафика является активной областью исследований, в которых применяются различные методы, такие как вейвлет-анализ, нейронные сети и генетические алгоритмы. Все методы используют прогнозирование временных рядов. [5]

Временные ряды — это статистические данные, расположенные и представленные в хронологическом порядке в течение определенного периода времени, как объяснили Casado-Vara R. и др [6].

Для нелинейного прогнозирования используются два подхода, которые рассмотрели ученые в исследовании "Web traffic time series forecasting using ARIMA and LSTM RNN" [7]. Они заключаются в следующем:

- ARIMA Модель,
- LSTM Модель.

Для оценки эффективности модели используются количественные методы, такие как коэффициент детерминации (R^2) и средняя абсолютная процентная ошибка (MAPE). MAPE, также известная как среднее абсолютное процентное отклонение (MAPD), измеряет точность прогнозирования. Коэффициент детерминации (R^2) показывает, насколько хорошо модель объясняет дисперсию зависимых переменных. Высокая точность прогнозирования отражается в значениях $R^2 = 0,9996$ и $MAPE = 0,0024$. [0]

Модель ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) — это статистический инструмент для анализа и прогнозирования временных рядов данных. Она явно учитывает набор стандартных структур в данных временных рядов и, таким образом, предоставляет простой, но мощный метод для составления искусственных прогнозов временных рядов.

Модель включает в себя дифференцирование (интегрирование) исходных данных временного ряда. Дифференцирование временных рядов означает формирование нового временного ряда путем вычитания предыдущего наблюдения из текущего времени. Смысл этого заключается в устранении определенных тенденций, таких как сезонность, тренды или непоследовательная дисперсия в данных временного ряда. [7]

Параметры модели ARIMA определяются следующим образом:

- **p**: Порядок лага, представляющий собой количество наблюдений лага, включенных в модель.
- **d**: Степень дифференцирования, обозначающая количество раз, когда исходные наблюдения подвергаются дифференцированию.

- **q**: порядок скользящего среднего, указывающий на размер окна скользящего среднего. [0]

Строится линейная регрессионная модель, включающая указанное количество и тип членов, а данные подготавливаются с помощью дифференцирования, чтобы сделать их стационарными, то есть убрать трендовые и сезонные структуры, которые негативно влияют на регрессионную модель. [10]

Интересно, что любой из этих параметров может быть установлен в 0. Такие конфигурации позволяют модели ARIMA имитировать функции более простых моделей, таких как ARMA, AR, I или MA. [7]

Длительная кратковременная память (LSTM = Long Short-Term Memory) — это тип рекуррентной нейронной сети (RNN), которая широко используется в прогнозировании сетевого трафика. В отличие от традиционных РНС, которые могут страдать от проблема исчезающего градиента, LSTM разработаны для запоминания долгосрочных зависимостей и избежания проблемы исчезающих градиентов. Это делает их хорошо подходящими для решения задач прогнозирования временных рядов таких как прогнозирование сетевого трафика. [11]

В прогнозировании сетевого трафика LSTM моделируют временные зависимости между данными, обучаясь на исторических данных и предсказывая будущий трафик. LSTM улавливают сложные закономерности, включая ежедневные и еженедельные, и делают точные прогнозы даже при наличии шума или недостающих данных. LSTM используются в различных приложениях для прогнозирования сетевого трафика, включая прогнозирование трафика в центрах обработки данных, облачных вычислительных средах и беспроводных сетях. [11]

Casado-Vara R. и др. [6] исследовали прогнозирование мирового веб-трафика Википедии по выбранным темам, используя данные, собранные собственным скрепером Wikipedia. Они охватили все языки по списку ISO 639-1, что расширило возможности модели. Исследование фокусировалось на использовании модели LSTM для анализа временных рядов.

Авторы исследования "Web traffic time series forecasting using LSTM neural networks with distributed asynchronous training" [6] осознали ограничения LSTM в прогнозировании аномалий без учета сезонности и тренда, однако отметили, что их модель немного превосходит некоторые современные модели для прогнозирования веб-трафика. Для будущих исследований предлагается изучение влияния новостей из социальных сетей на веб-трафик.

В статье "Web traffic time series forecasting using ARIMA and LSTM RNN" [7] представлена методика прогнозирования временных рядов веб-трафика с использованием ARIMA (Auto-Regressive Integrated Moving Average) и LSTM RNN (Long Short Term Memory Recurrent Neural Network). Авторы стремятся решить проблемы, возникающие в связи с ростом веб-трафика на сайтах, что может привести к таким проблемам, как перебои в работе серверов и медленное время загрузки.

Дискретное вейвлет-преобразование (DWT). DWT применяется к вектору данных, разделяя его на точные и приближенные коэффициенты с помощью последовательности фильтров низких и высоких частот. В результате формируются низкочастотные и высокочастотные компоненты, которые восстанавливаются с помощью

Shelatkar T. и др. [7] использовали API Википедии для создания временного ряда ежедневных посещений страниц. Данные обработали с помощью дискретного вейвлет-преобразования (DWT), разделив их на низкочастотные и высокочастотные компоненты. Для прогнозирования линейных и нелинейных компонент применили модели ARIMA и LSTM RNN соответственно, затем объединили прогнозы с помощью обратного вейвлет-преобразования (iDWT). Это улучшило точность прогнозов.

Анализ источников показал, что экспериментальные методы на основе временных рядов широко используются для прогнозирования посещаемости веб-сайтов, позволяя разработчикам предвидеть изменения в структуре посещаемости сайтов и соответствующим образом корректировать их работу. Эти методы опираются на исторические данные о посещаемости сайта для получения прогнозов будущих объемов трафика, что позволяет разработчикам выявлять потенциальные пики посещаемости и вносить необходимые коррективы для оптимизации работы сайта.

Этот подход позволяет лучше улавливать сложности в динамике веб-трафика, включая сезонные изменения, колебания и влияние внешних факторов. Полученные результаты обеспечивают практические рекомендации для сетевых администраторов, маркетологов и руководителей веб-проектов. Точные прогнозы, достигнутые с использованием различных моделей, могут помочь оптимизировать управление ресурсами, распределять нагрузку в периоды пикового трафика и предотвращать проблемы с производительностью сайтов.

Список литературы

1. Фомичев С. С., Терешков А. А. Прогнозирование посещаемости веб-сайтов из необработанных данных с использованием сетей LSTM // *Modern Science*. 2020. № 5–3. С. 591–597.
2. Борисевич А. С. Математическое прогнозирование в интернет-статистике. – 2003.
3. Ларионов В. С., Дунин И. В. АНАЛИЗ РАБОТЫ ВЕБ-СЕРВЕРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПАКЕТА GRAFANA // *Форум молодых ученых*. 2017. №11.
4. Петлури Н., Аль-Масри Э. Прогнозирование веб-трафика страниц Википедии // *Международная конференция IEEE 2018 по большим данным (Big Data)*. – IEEE, 2018. – С. 5427-5429.
5. Шелаткар Т. и др. Прогнозирование временных рядов веб-трафика с использованием ARIMA и LSTM RNN // *ITM Web of Conferences*. – EDP Sciences, 2020. – Т. 32. – С. 03017.
6. Сикка Д., Кумар К. Н., С. В. Прогнозирование временных рядов посещаемости веб-сайта с использованием регрессионного машинного обучения // *12-я Международная конференция IEEE по системам связи и сетевым технологиям (CSNT)*, 2023. – IEEE, 2023. – С. 246-250.
7. Чжоу К. и др. Сравнительное исследование временных рядов прогнозирования веб-трафика на основе статистической модели и генеративной состязательной модели // *Системы, основанные на знаниях*. – 2021. – Т. 213. – С. 106467.
8. Матлакунта Р. Р. Прогнозирование веб-трафика для онлайн-рекламы : дис.... – Окландский технологический университет, 2011.
9. елс Дж. Прогнозирование веб-трафика с использованием моделей авторегрессии, LSTM и XGBoost временных рядов // *Прикладные исследования в области искусственного интеллекта и облачных вычислений*. – 2020. – Т. 3. – №. 1. – С. 1-15.

10. Яо С., Ху С., Сун М. Прогнозирование веб-трафика на основе вейвлетов и нейронных сетей // 6-й Всемирный конгресс по интеллектуальному управлению и автоматизации 2006. – IEEE, 2006. – Т. 1. – С. 4026-4028.
11. Джун С. П., Сон Т. Э., Парк Х. В. Прогнозирование по аналогии с использованием веб-поискового трафика // Технологическое прогнозирование и социальные изменения. – 2017. – Т. 115. – С. 37-51.

References

1. Fomichev S. S., Tereshkov A. A. Forecasting website traffic from raw data using LSTM networks // Modern Science. 2020. No. 5-3. pp. 591-597.
 2. Borisevich A. S. Mathematical forecasting in Internet statistics. – 2003.
 3. Larionov V. S., Dunin I. V. ANALYSIS OF THE WORK OF WEB SERVERS USING THE GRAFANA PACKAGE // Forum of Young Scientists. 2017. №11.
 4. Petluri N., Al-Masri E. Web traffic prediction of wikipedia pages // 2018 IEEE International Conference on Big Data (Big Data). – IEEE, 2018. – pp. 5427-5429.
 5. Shelatkar T. et al. Web traffic time series forecasting using ARIMA and LSTM RNN // ITM Web of Conferences. – EDP Sciences, 2020. – Vol. 32. – p. 03017.
 6. Sikka D., Kumar C. N. S. V. Website Traffic Time Series Forecasting Using Regression Machine Learning // 2023 IEEE 12th International Conference on Communication Systems and Network Technologies (CSNT). – IEEE, 2023. – pp. 246-250.
 7. Zhou K., et al. Comparative Study of Web Traffic Forecasting Time Series Based on a Statistical Model and a Generative Adversarial Model. – 2021. – Т. 213. – p. 106467.
 8. Matlakunta R. R. Web traffic prediction for online advertising : дис. – Auckland University of Technology, 2011.
 9. Telo J. Web Traffic Prediction Using Autoregressive, LSTM, and XGBoost Time Series Models // Applied Research in Artificial Intelligence and Cloud Computing. – 2020. – Т. 3. – №. 1. – pp. 1-15.
 10. Yao S., Hu C., Sun M. Prediction of web traffic based on wavelet and neural network // 2006 6th World Congress on Intelligent Control and Automation. – IEEE, 2006. – Т. 1. – pp. 4026-4028.
 11. Jun S. P., Sung T. E., Park H. W. Forecasting by analogy using the web search traffic // Technological Forecasting and Social Change. – 2017. – Т. 115. – pp. 37-51.
-



Международный журнал информационных технологий и
энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.9

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННО-ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ «СТАТИСТИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ» ДЛЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БИБЛИОТЕКИ СГУГиТ

¹Воронин В.А., Шпак А.В.

*ФГБОУ ВО "СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ГЕОСИСТЕМ И
ТЕХНОЛОГИЙ", Новосибирск, Россия (630108, Новосибирская область, город
Новосибирск, ул. Плеханова, д.10), e-mail: vadim9w@gmail.com*

Разработка информационно-программного модуля «Статистический отчет» для научно-технической библиотеки СГУГиТ направлена на автоматизацию процесса сбора, анализа и представления статистических данных посещаемости, поступлений и выбытия документов, и других характеристиках библиотечной деятельности. Модуль предоставит управляющему персоналу более эффективно оценивать результаты работы библиотеки, принимать информированные решения и улучшать качество обслуживания пользователей. Разработанный модуль будет интегрирован в информационную систему библиотеки, что упростит процессы обработки и анализа данных, а также повысит их достоверность и актуальность. Модуль предоставит автоматизировать сбор, обработку и визуализацию статистических данных, предоставляя пользователям актуальные и точные отчеты для принятия обоснованных решений. Функционал модуля содержит возможность генерации различных видов статистических отчетов. Модуль будет интегрироваться с существующими информационными системами библиотеки для обмена данными и улучшения взаимодействия между различными подразделениями.

Ключевые слова: Программный модуль, статистический отчет, фреймворк

DEVELOPMENT OF THE STATISTICAL REPORT INFORMATION AND SOFTWARE MODULE FOR THE SGUGIT SCIENTIFIC AND TECHNICAL LIBRARY

¹Voronin V.A., Shpak A.V.

*SIBERIAN STATE UNIVERSITY OF GEOSYSTEMS AND TECHNOLOGIES, Novosibirsk, Russia
(630108, Novosibirsk region, Novosibirsk city, Plakhotnogo st., 10), e-mail: vadim9w@gmail.com*

The development of the Statistical Report information and software module for the SSUGiT Scientific and Technical library is aimed at automating the process of collecting, analyzing and presenting statistical data on attendance, receipts and departures of documents, and other characteristics of library activities. The module will provide the management staff with a more effective way to evaluate the results of the library's work, make informed decisions and improve the quality of user service. The developed module will be integrated into the library's information system, which will simplify the processes of data processing and analysis, as well as increase their reliability and relevance. The module will automate the collection, processing and visualization of statistical data, providing users with up-to-date and accurate reports for making informed decisions. The functionality of the module contains the ability to generate various types of statistical reports. The module will integrate with the existing information systems of the library to exchange data and improve interaction between different departments.

Keywords: Software module, statistical report, framework.

Введение

Научно-технические библиотеки представляют важную задачу в обеспечении источником информации, преподавателей и студентов в современном мире. Но, результативное управление библиотечными средствами и оценка их использования определяют значительную задачу. Исходя из этого, разработка информационно-программного модуля «Статистический отчет» для научно-технической библиотеки СГУГиТ может существенно улучшить процесс учета и анализа данных. Разработка информационно-программного модуля «Статистический отчет» для научно-технической библиотеки СГУГиТ, с использованием ASP.NET Core, представляет собой значимое исследование. Актуальность заданной темы обусловлена потребностью совершенствования методов управления информацией библиотечных ресурсов, а также потребности в оперативном формировании статистических отчетов. Современность в разработке инновационного информационно-программного модуля, который представит автоматизировать процессы формирования статистических отчетов, улучшить свойство анализа данных и повысить оперативность предоставления информации руководству библиотеки. Этот модуль будет способствовать росту эффективности работы библиотечных сотрудников.

Целью текущей работы представляет собой разработка информационно-программного модуля «Статистический отчет» для научно-технической библиотеки

Методы и методика

В статье рассмотрена разработка информационно-программного модуля «Статистический отчет» для научно-технической библиотеки СГУГиТ для автоматизации процесса сбора, анализа и представления статистических данных о посещаемости, популярности литературы, читательском спросе и других характеристиках библиотечной деятельности. В процессе разработки модуля важен этап обработки входных данных, в частности, создание и проектирование базы данных. Этот процесс начинается с выявления и формулирования концептуальных требований к данным со стороны пользователей. Далее следует ER-диаграмма, которая иллюстрирует структуру данных. (Рисунок 1).

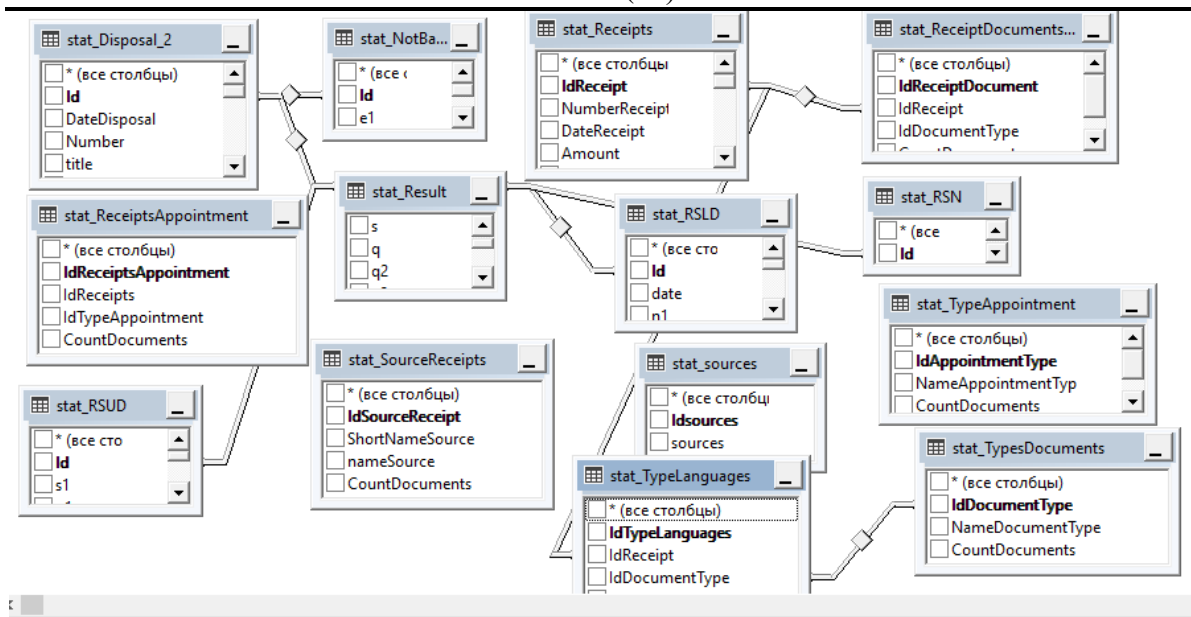


Рисунок 1. - ER – диаграмма БД

Ниже представлена логическая структура ИС (Рисунок 2).

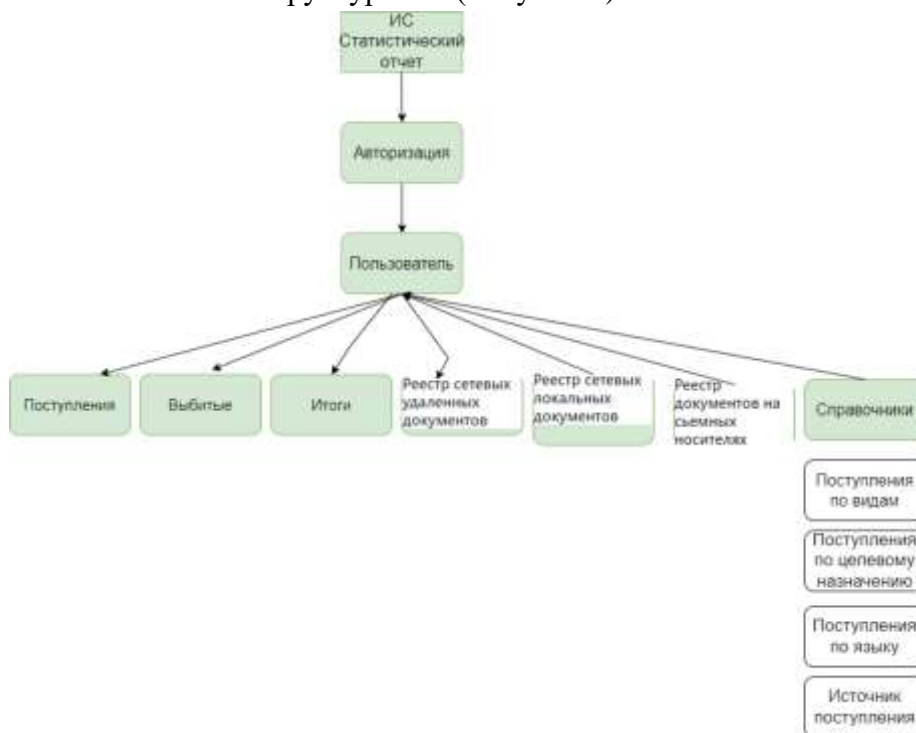
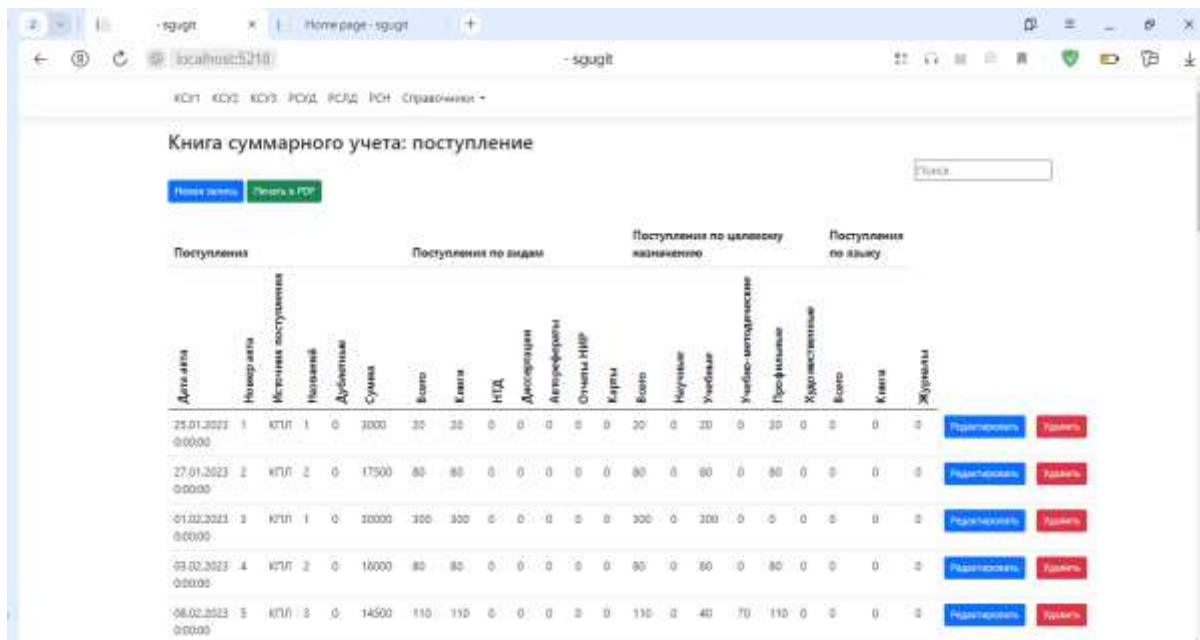


Рисунок 2. - Логическая структура

Пользовательский интерфейс состоит из 6 страниц (Рисунок 3) Страница поступления выводит таблицу с данными поступления определенных документов за указанный период времени о которых можно посмотреть дату поступления, источник и т.д. Функционал страницы имеет поиск пользователь может вводить критерии для поиска для того, чтобы найти определённые записи. Функция поиска пользователи могут вводить критерии поиска, такие как название документа, тип или источник поступления, чтобы найти конкретные

записи. Просмотр данных таблица выводит подробную информацию о каждом поступившем документе и на странице есть кнопка для сохранения отчета в формат PDF. Разработаны кнопки для добавления новой записи в таблицу, кнопка для редактирования записи и удаление [1-2].



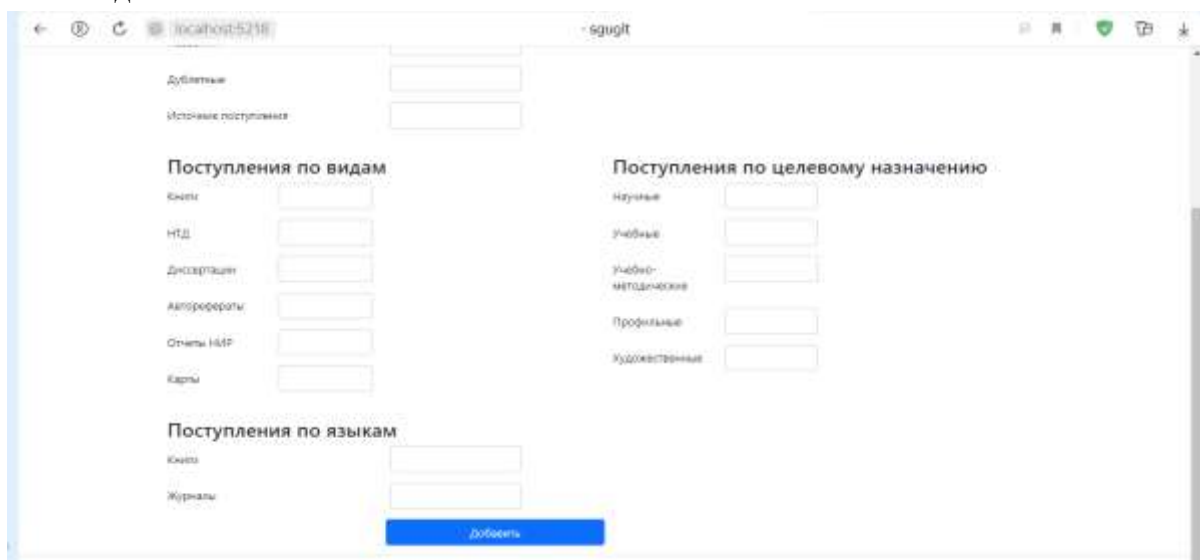
Книга суммарного учета: поступления

Поступления

Дата	Номер акта	Источник поступления	Название	Дубликат	Сумма	Всего	Книга	НТД	Диссертации	Авторефераты	Статьи НИР	Карты	Всего	Научные	Учебные	Учебно-методические	Профильные	Художественные	Всего	Книга	Журналы	Действия	
25.01.2023 0:00:00	1	КПЛ	1	0	3000	30	30	0	0	0	0	0	30	0	30	0	0	0	0	0	0	0	Редактировать Удалить
27.01.2023 0:00:00	2	КПЛ	2	0	17500	80	80	0	0	0	0	0	80	0	80	0	80	0	0	0	0	0	Редактировать Удалить
01.02.2023 0:00:00	3	КПЛ	1	0	30000	300	300	0	0	0	0	0	300	0	300	0	0	0	0	0	0	0	Редактировать Удалить
03.02.2023 0:00:00	4	КПЛ	2	0	16000	80	80	0	0	0	0	0	80	0	80	0	80	0	0	0	0	0	Редактировать Удалить
06.02.2023 0:00:00	5	КПЛ	3	0	14500	110	110	0	0	0	0	0	110	0	40	70	110	0	0	0	0	0	Редактировать Удалить

Рисунок 3. - Страница книга суммарного учета «Поступления»

Страница поступления выводит таблицу с данными поступления определенных документов за указанный период времени о которых можно посмотреть дату поступления, источник и т.д.



Дубликат

Источник поступления

Поступления по видам

Книга

НТД

Диссертации

Авторефераты

Статьи НИР

Карты

Поступления по языкам

Книга

Журналы

Поступления по целевому назначению

Научные

Учебные

Учебно-методические

Профильные

Художественные

Рисунок 4. - Форма для добавление новой записи

Книга суммарного учета: выбытие

Назад отчету | Печать в PDF

Поиск

Выбыло документов | По видам документов | По целевому назначению | По явке | По причинам

Дата акта выбытия	№ акта выбытия	Назначение	Сумма	Экземпляры	Книги	ИТД	Диссертацн	Авторефераты	Отчеты НИР	Карты	Всего	Музыка	Учебные	Учебные методические	Профильные	Художественные	Всего	Книги	Журналы	аукцион	устарелость	утрата	привлечение			
29.06.2023 00:00	1784	0	4129,59	23	23	0	0	0	0	0	23	0	18	5	8	0	0	0	0	0	0	23	у/а	Редактировать	Удалить	
01.09.2023 00:00	1781	0	1200,78	39	36	3	0	0	0	0	39	30	8	1	0	0	0	0	0	0	39	0	0	с/б	Редактировать	Удалить
27.09.2023 00:00	1782	0	1772,76	13	13	0	0	0	0	0	13	0	11	2	8	0	0	0	0	0	0	13	у/а	Редактировать	Удалить	
26.09.2023 00:00	1785	0	1928,7	13	13	0	0	0	0	0	13	0	11	2	7	0	0	0	0	0	0	13	у/а	Редактировать	Удалить	
25.10.2023 00:00	1790	1374	866846,88	12577	11033	744	0	0	0	0	12577	2854	6162	3790	2610	1	0	0	0	12577	0	0	у/а	Редактировать	Удалить	

Рисунок 5. - Страница выбытие документов

Страница выбытие документов представляет динамическую таблицу с данными выбывших документов за указанный период времени о которых можно посмотреть дату поступления, номер акта и по какой причине выбыл документ [3].

Результаты

Страница итоги представляет сводные вычисления из таблиц поступлениях и выбытиях данные рассчитываются по кварталам года и в нижней части таблицы выводиться данные сколько документов состоит за определенный год. Расчеты итоговых показателей осуществляются автоматически на основе данных из таблиц поступлений и выбытия [4-5]

Книга суммарного учета: итоги

Новая запись Печать в PDF

	Принятых на баланс:			По видам документов								По целевому назначению					По языку			
	Названия	Сумма	Экземпляры	Книги	НТД	Диссертации	Авторефераты	Отчеты НИР	Карты	Бюро	Научные	Учебные	Учебно-методические	Профильные	Художественные	Бюро	Книги	Журналы		
Состоит на 1.01.2023	38244	22882033.11	22882033.11	220014	2042	419	1804	923	18	38455	179541	131222	48319	199878	5331	918	615	303		
Поступило за 1 квартал	22	141950	1047	1047	0	0	0	0	0	1047	17	960	70	530	0	0	0	0		
Выбыло за 1 квартал	155	80274.74	2437	2434	3	0	0	0	0	2437	90	3	3	1855	0	0	0	0		
Состоит на 1.04.2023	38111	22943708.37	223830	218627	2039	419	1804	923	18	37065	179468	132179	48386	198553	5331	918	615	303		
Поступило за 2 квартал	17	37300	155	152	0	1	2	0	0	155	20	130	5	130	0	0	0	0		
Выбыло за 2 квартал	0	4129.59	23	23	0	0	0	0	0	23	0	5	5	8	0	0	0	0		
Состоит на 1.07.2023	38128	22976878.78	223962	218756	2039	420	1806	923	18	37197	179488	132304	48386	198675	5331	918	615	303		
Поступило за 3 квартал	14	14000	47	35	0	4	8	0	0	47	27	20	0	20	0	0	0	0		
Выбыло за 3																				

Фильтровать Удалить

Рисунок 5. - Страница итоги

Заключение

При разработке разработки информационно-программного модуля «Статистический отчет» для научно-технической библиотеки СГУГиТ, используется инструментарий: среда Visual Studio 2022, интерфейс с помощью ASP.NET CORE на базе .NET8, база данных «ms sql server», язык программирования C#. Были достигнуты данные выводы:

Разработана модель данных, для эффективного хранения и обработку статистических данных о работе библиотек включающая поступление и выбытие документов, посещаемость и другие показатели.

Разработан удобный в использовании пользовательский интерфейс, включающий различные страницы для просмотра и анализа данных, а также функциональность для добавления, редактирования и удаления записей.

Список литературы

1. Дрю, Эндрю. ASP.NET MVC 5 с примерами на C# для профессионалов / Эндрю Дрю. — СПб.: БХВ-Петербург, 2019. — 400 с.
2. Рихтер, Джеффри. CLR через C#. Программирование на платформе Microsoft .NET Framework 4.5 на языке C# / Джеффри Рихтер. — 5-е изд. — М.: Питер, 2019. — 864 с.
3. Фримен, Адам. ASP.NET 4.5 на примерах: [с примерами на C# и VB] / Адам Фримен. — М.: Вильямс, 2018. — 930 с.
4. О'Райли, Джозеф. C# 7 для профессионалов / Джозеф О'Райли. — М.: МГ-Пресс, 2018. — 744 с.

5. Троелсен, Эндрю. C# 8.0 и платформа .NET 3.0 / Эндрю Троелсен. — М.: Питер, 2019. — 1296 с.

References

1. Drew, Andrew. ASP.NET MVC 5 with examples in C# for professionals / Andrew Drew. — St. Petersburg: BHV-Petersburg, 2019. — p.400
 2. Richter, Jeffrey. CLR via C#. Programming on the Microsoft platform .NET Framework 4.5 in C# / Jeffrey Richter. — 5th ed. — Moscow: Peter, 2019. — p.864
 3. Freeman, Adam. ASP.NET 4.5 using examples: [with examples in C# and VB] / Adam Freeman. — М.: Williams, 2018. — p.930
 4. O'Reilly, Joseph. C# 7 for professionals / Joseph O'Reilly. — Moscow: MG-Press, 2018. — p.744
 5. Troelsen, Andrew. C# 8.0 and the platform .NET 3.0 / Andrew Troelsen. — Moscow: Peter, 2019. — p. 1296
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.9

АНАЛИЗ ИНТЕРФЕЙСОВ САЙТОВ РОССИЙСКИХ ВУЗОВ И РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ДЛЯ ИХ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

Ткаченко Я.К.

ФГАОУ ВО "НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ (ИТМО)", Санкт-Петербург, Россия (197101, город Санкт-Петербург, Кронверкский пр-кт, д. 49 литер а), e-mail: yaroslavtkachenko01@mail.ru

Исследование основано на объективной оценке веб-аналитики, анализе отзывов пользователей. Результаты показывают, что пользователи сайтов испытывают проблемы с навигацией, отсутствием актуального и релевантного контента, а также несоответствием их потребностям. Статья предлагает практические рекомендации по улучшению интерфейсов сайтов высших учебных заведений. Реализация этих рекомендаций позволит повысить эффективность сайтов вузов, улучшить взаимодействие с пользователями, повысить их лояльность и сделать их более привлекательными для потенциальных абитуриентов и других заинтересованных сторон.

Ключевые слова: Интерфейсы, сайты вузов, оптимизация интерфейса, характеристики сайта, пользователи сайтов.

ANALYSIS OF THE INTERFACES OF THE WEBSITES OF RUSSIAN UNIVERSITIES AND DEVELOPMENT OF RECOMMENDATIONS FOR THEIR IMPROVEMENT

Tkachenko Ya.K.

NATIONAL RESEARCH UNIVERSITY OF INFORMATION TECHNOLOGIES, MECHANICS AND OPTICS (ITMO), St. Petersburg, Russia (197101, St. Petersburg, Kronverkskiy pr-kt, 49,lit.a), e-mail: yaroslavtkachenko01@mail.ru

The research is based on an objective assessment of web analytics, an analysis of user reviews. The results show that site users experience problems with navigation, lack of relevant and relevant content, as well as inconsistency with their needs. The article offers practical recommendations for improving the interfaces of websites of higher educational institutions. The implementation of these recommendations will improve the effectiveness of university websites, improve interaction with users, increase their loyalty and make them more attractive to potential applicants and other interested parties.

Keywords: Interfaces, university websites, interface optimization, site characteristics, site users.

Интерфейс веб-сайта занимает ключевую позицию в формировании первого впечатления у абитуриентов об учебном заведении. В связи с этим любой организации, в особенности высшим учебным заведениям (далее - ВУЗ), находящимся в состоянии постоянной конкуренции за студентов на рынке образования, важно, чтобы интерфейс сайта был удобным, информативным, а главное, привлекательным для них.

Прежде чем переходить к разбору конкретных сайтов, стоит выделить ключевые критерии, по которым будет проводиться анализ и оценка удобства интерфейсов. Самый главный показатель того, что сайт легок в использовании, это, естественно, эффективность

навигации. Студенты и абитуриенты должны без труда находить нужную информацию на сайте - контакты учебного заведения, расписание занятий, информацию о преподавателях и т. д. В качестве второго критерия стоит обозначить, непосредственно, дизайн сайта. Он обязательно должен соответствовать корпоративному стилю учебного заведения, быть современным и визуально привлекательным. Что касается базового информационного наполнения сайта, то он обязательно должен содержать в себе полную и актуальную информацию о ВУЗе: его историческую справку, программы и направления подготовки, планы учебных и досуговых мероприятий и т. д. Такой сайт поможет абитуриентам по достоинству оценить преимущества обучения в данном учебном заведении и ответит на большинство их вопросов [1].

Прежде, чем давать какие-либо рекомендации ВУЗам и разрабатывать мероприятия по совершенствованию интерфейсов сайтов, стоит обратить внимание и на целевую аудиторию - людей, которые чаще всего эти сайты просматривают. Такими пользователями, естественно, являются подростки, оканчивающие школу и находящиеся в поисках высшего учебного заведения для себя. Поэтому важно провести психологический анализ предполагаемого содержания мотивационной сферы пользователя. Прежде всего, в поисках учебного заведения подросток руководствуется своими личными интересами и предрасположенностями, а также оценочными предположениями о своих результатах ЕГЭ. Нередки и ситуации, когда родители оказывают решающее воздействие на выбор ВУЗа и тогда целевым пользователем, на которого должна быть направлена привлекательность сайта, является родитель. Они же, в свою очередь, при выборе образовательного учреждения для своих детей руководствуются, главным образом, практичностью профессии, уровнем подготовки кадров и преподавания программ в ВУЗе, престижностью заведения и уровнем цен на обучение [2].

В данной статье будут проанализированы 3 веб-страницы следующих российских университетов, а именно:

1. Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова (www.msu.ru);
2. Московский государственный технический университет им. Баумана (www.bmstu.ru);
3. Санкт-Петербургский государственный университет (www.spbu.ru/).

Данные учебные заведения были выбраны для анализа в связи с их наиболее высоким тематическим индексом цитирования (ТИЦ) и показателем Google Page Rank (PR) среди ВУЗов России.

Рассматривая указанные выше веб-страницы с точки зрения критерия эффективной навигации, можно заключить, что они обладают схожим способом решения данной задачи: на странице существует отдельно основные заголовки с интересующей информацией, которые при наведении курсора, позволяют выбрать интересующую подтему, что ускоряет, как представляется, доступ к соответствующей информации. Иначе говоря, имеется налаженная карта сайта. При этом веб-страница Санкт-Петербургского государственного университета (далее - СПбГУ) показывает соответствующую тематическую картинку, при наведении курсора в упомянутое место. Представляется, что использование такого метода является дуалистическим: с одной стороны, это оказывает благоприятный психологический эффект, позволяющий ориентироваться быстрее, а с другой стороны создает зрительный дискомфорт, особенно на главной новостной странице, которая и так насыщена изображениями. Стоит

отметить, что основные заголовки дублируются как в верхней панели сайта, так и внизу, чтобы не возникало необходимости возвращаться вверх страницы. Кроме этого, нельзя не отметить и решение Московский государственный технический университет им. Баумана (далее - МГТУ): при открытии сайта во всплывающем окне дополнительно предлагается выбрать к какой категории принадлежит посетитель («сотрудник», «студент», «абитуриент» и т. д.). Выбор указанной категории влечет соответствующую подборку для посетителя данных «автоматически». Представляется, что это хорошее решение, позволяющее сэкономить время для поиска необходимой информации. У трех рассматриваемых сайтов присутствует и возможность поиска информации внутри сайта [3].

Продолжая рассматривать веб-страницы с точки зрения критерия эффективной навигации, нельзя обойти вопрос предоставления возможности использования сайта для людей с ограниченными возможностями. Все три сайта обладают версией для слепых. При этом отсутствует онлайн-консультант, который обычно бывает на других сайтах. Представляется, что это является существенным упущением как с точки зрения дополнительной возможной помощи лицам с ограниченными возможностями по состоянию здоровья, так и с точки зрения общей помощи в навигации на сайте для других посетителей.

Кроме сказанного, следует также отметить, что гиперссылки соответствуют названиям страниц, а сами гиперссылки выделены отчетливо.

Анализируя указанные выше сайты с точки зрения дизайна, следует отметить цветовую гамму. Страницы Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова (далее - МГУ) и МГТУ выполнены в синем цвете. Синий цвет с точки зрения психологического воздействия помогает сосредоточиться на главном, не отвлекаясь на мелочи, не расплываясь. Похоже, что использование этих цветов оправданно, поскольку абитуриенты, как и студенты, находясь в большом информационном потоке, стремятся быстро и точно найти важную информацию, а синий цвет, как уже упоминалось ранее, способствует концентрации внимания. Решение использовать красный цвет при оформлении страницы СПбГУ вызывает сомнения. Красный цвет увеличивает энергию как с положительным, так и с отрицательным знаком, поскольку, хотя он и привлекает внимание, он все же является сильнодействующим средством и может вызвать усталость и даже агрессию.

В своей статье «Исследование значимости функционально-структурных характеристик открытых образовательных сетевых ресурсов для различных заинтересованных сторон» Г. Никулова рассмотрела комментарии реальных пользователей об их учебных заведениях, разделив их на две группы, которые определяют комфорт, результативность и информационное удовлетворение пользователей от веб-сайтов университетов: структура и навигация сайта, а также планирование и дизайн. Первая группа вопросов для участников опроса звучала следующим образом: «Можете ли вы определить, где именно на сайте вы сейчас находитесь?», «Соответствуют ли названия гиперссылок названиям страниц?», «Выделены ли гиперссылки?», «Возможно ли искать информацию внутри сайта?», «Имеется ли карта сайта?», «Может ли пользователь управлять навигацией по сайту?». Ответы участников опроса на эти вопросы помогли автору сделать выводы о наличии или отсутствии определённых критериев у изучаемых сайтов. Во второй группе вопросов, касающихся планирования и дизайна, были вопросы, которые позволили объективно оценить визуальную привлекательность веб-сайта. Они включали такие формулировки: «Превышает ли размер страницы размер окна?», «Есть ли чёткий акцент на каждой странице на определённую тему?».

«Эффективно ли использованы выравнивание и группировка текста?», «Нравится ли вам сайт визуально?». После учёта всех показателей, описывающих сайты высших учебных заведений, был сделан следующий вывод: лучшими стали сайты под номерами 4, 2 и 8 (МФТИ, МГТУ им. Н. Э. Баумана, СПбГТУ). Сайт МГИМО получил самые низкие оценки. Таким образом, результаты этого исследования показывают, что данные об удобстве сайта не связаны с рейтингом лучших вузов России RAEX-100 [4].

Исходя из анализа, можно заключить следующее. Прежде всего, исследуемые сайты обладают эффективной системой навигации: на них есть карты сайтов, предусмотрена функция внутреннего поиска, гиперссылки соответствуют названиям страниц, а сами гиперссылки хорошо заметны. Кроме того, сайты имеют приятный дизайн, который удобен для восприятия. Для улучшения сайтов российских высших учебных заведений рекомендуется обратить внимание не только на упомянутые аспекты (навигацию и дизайн), но и на некоторые дополнительные моменты: 1) добавить всплывающее окно (pop-up), которое поможет экономить время при поиске и подборе информации в соответствии с категорией пользователя (абитуриент, студент, сотрудник университета и т. д.); [5] 2) предусмотреть онлайн-помощника на сайте для оказания помощи как обычным пользователям, так и лицам с ограниченными возможностями по состоянию здоровья; 3) добавить функцию воспроизведения аудиоинформации; 4) использовать цвета, которые оказывают положительное психоэмоциональное воздействие на восприятие информации, а именно синий и зелёный цвета, при этом от использования красного цвета, длительное восприятие которого может вызывать раздражение и агрессию, рекомендуется отказаться.

Список литературы

1. Белаш В. Ю., Денисенко М. С., Лаврентьев Д.О. О создании мобильных приложений для применения в образовательном процессе // Проблемы современного педагогического образования. 2022. №76-1.
2. RAEX Rating Review: официальный сайт. — Москва, 2024. — URL: https://raex-rr.com/education/russian_universities/top-100_universities/2023/ (дата обращения: 06.04.2024).
3. Никулова Г.А. Интеграция интернет-ресурсов в учебный процесс: отношение и интересы трех поколений его участников / Г.А.Сысоева, Л.Н.Боброва // Образовательные технологии. — 2018. — № 4. — С. 660–679.
4. Никулова Г.А. Исследование значимости функционально-структурных характеристик открытых образовательных сетевых ресурсов для различных заинтересованных сторон // Образовательные технологии. — 2016. — № 4. — С. 45-53.
5. Никулова Г.А. Студенты переселились в Интернет: присутствие, предпочтения, влияние / Г. А. Сысоева, Л. Н. Боброва // Образовательные технологии и общество. — 2016. — № 19 (2). — С. 645–661.

References

1. Belash V. Yu., Denisenko M. S., Lavrentiev D.O. On the creation of mobile applications for use in the educational process // Problems of modern pedagogical education. 2022. No.76-1.

2. RAEX Rating Review: official website. — Moscow, 2024. — URL: https://raex-rr.com/education/russian_universities/top-100_universities/2023 / (date of access: 04/06/2024).
 3. Nikulova G. A. Integration of Internet resources into the educational process: the attitude and interests of three generations of its participants / G. A. Sysoeva, L. N. Bobrova // Educational technologies. - 2018. — No. 4. — pp. 660-679.
 4. Nikulova G. A. Investigation of the significance of functional and structural characteristics of open educational network resources for various stakeholders // Educational technologies. - 2016. — No. 4. — pp. 45-53.
 5. Nikulova G. A. Students moved to the Internet: presence, preferences, influence / G. A. Sysoeva, L. N. Bobrova // Educational technologies and society. — 2016. — № 19 (2). — Pp. 645-661.
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.9

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИМИЗАЦИИ РЕНДЕРИНГА БОЛЬШИХ СПИСКОВ В REACTJS

¹Пирюшов М.С., Пирюшов А.С.

ФГАОУ ВО "НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ (ИТМО)", Санкт-Петербург, Россия (197101, город Санкт-Петербург, Кронверкский пр-кт, д. 49 литер а), e-mail: ¹maximalka111@yandex.ru

Цели. На сегодняшний день роль интернета в нашей жизни неуклонно растет, это связано с тем, что людям удобнее производить различные операции в интернете. Такая тенденция ведет к росту конкуренции среди сайтов, чтобы выигрывать в ней необходимо не только предлагать качественные товары и услуги, но и иметь удобный в использовании сайт. Удобство заключается в его производительности, однако трудно добиться хорошей производительности, если необходимо отображать большие списки. Цель работы – сравнить метрики оптимизации веб-приложения, управляя количеством элементов списка необходимых для рендеринга.

Методы. Предлагается исследовать работу веб-приложений, построенных с помощью фреймворка React, при использовании методов управления количеством элементов списка необходимых для рендеринга VirtualScroll, Lazy-loading, Partition loading. Экспериментальные результаты получены путём использования инструментов разработчика, предоставляемых Google, в частности вкладки Performance.

Результаты. Представлено описание метрик оптимизации, методов оптимизации, приведены экспериментальные результаты и их сравнение.

Выводы. Проведенные исследования позволяют говорить о том, что VirtualScroll, Lazy-loading, Partition loading действительно влияют на оптимизацию веб-приложения, которое содержит большие списки элементов. С помощью выбранных методов удалось сократить время рендеринга с 647 мс до 162 мс при общем объеме списка в 1825 элементов. Улучшились значения таких основных метрик Core Web Vitals, как FCP (с 3,48 с до 661,07 мс), LCP (с 9,21 с до 5,56 с), CLS (с 0,004 до 0), TBT (с 940 мс до 190 мс).

Ключевые слова: React, Virtual Scroll, Lazy-loading, Partition loading, Core Web Vitals, рендеринг, список.

EXPLORING OPTIMIZATION OF RENDERING LARGE LISTS IN REACTJS

¹Piryushov M.S., Piryushov A.S.

NATIONAL RESEARCH UNIVERSITY OF INFORMATION TECHNOLOGIES, MECHANICS AND OPTICS (ITMO), St. Petersburg, Russia (197101, St. Petersburg, Kronverkskiy pr-kt, 49), e-mail: ¹maximalka111@yandex.ru

Objectives. Today, the role of the Internet in our lives is steadily growing, this is due to the fact that it is more convenient for people to carry out various operations on the Internet. This trend leads to increased competition among websites; in order to win, it is necessary not only to offer high-quality goods and services, but also to have an easy-to-use website. The convenience lies in its performance, but it is difficult to achieve good performance if you need to display large lists. The goal of the work is to compare optimization metrics for a web application by controlling the number of list items required for rendering.

Methods. It is proposed to study the operation of web applications built using the React framework, using methods for controlling the number of list elements required for rendering: VirtualScroll, Lazy-loading, Partition

loading. Experimental results were obtained by using the developer tools provided by Google, in particular the Performance tab.

Results. A description of optimization metrics and optimization methods is presented, experimental results and their comparison are given.

Conclusions. The conducted research suggests that VirtualScroll, Lazy-loading, Partition loading really influence the optimization of a web application that contains large lists of elements. Using the selected methods, it was possible to reduce the rendering time from 647 ms to 162 ms with a total list size of 1825 elements. The values of such main Core Web Vitals metrics as FCP (from 3.48 s to 661.07 ms), LCP (from 9.21 s to 5.56 s), CLS (from 0.004 to 0), TBT (from 940) have improved ms to 190 ms).

Keywords: React, Virtual Scroll, Lazy-loading, Partition loading, Core Web Vitals, rendering, list.

Введение

На сегодняшний день любое уважающее себя предприятие, будь то магазин строительных товаров или компания по предоставлению услуг в сфере бизнеса, все они стремятся «выложить» свои товары и услуги в интернет. Это и понятно – мы живем в век бурно развивающихся технологий и доступ в интернет имеет более 65% населения мира (около 5.3 млрд. человек), а к 2025 году это число увеличится до 6.54 млрд. Всех их нужно обслуживать, всем им нужно предлагать услуги, товары и т.д. Из-за такого стремительного роста пользователей, кажется, что должно расти и количество интернет-сервисов, которые направлены на удовлетворение их потребностей, но это не так. Согласно статистике представленной на Рисунке 1, количество сайтов в последнее время снижается [1].

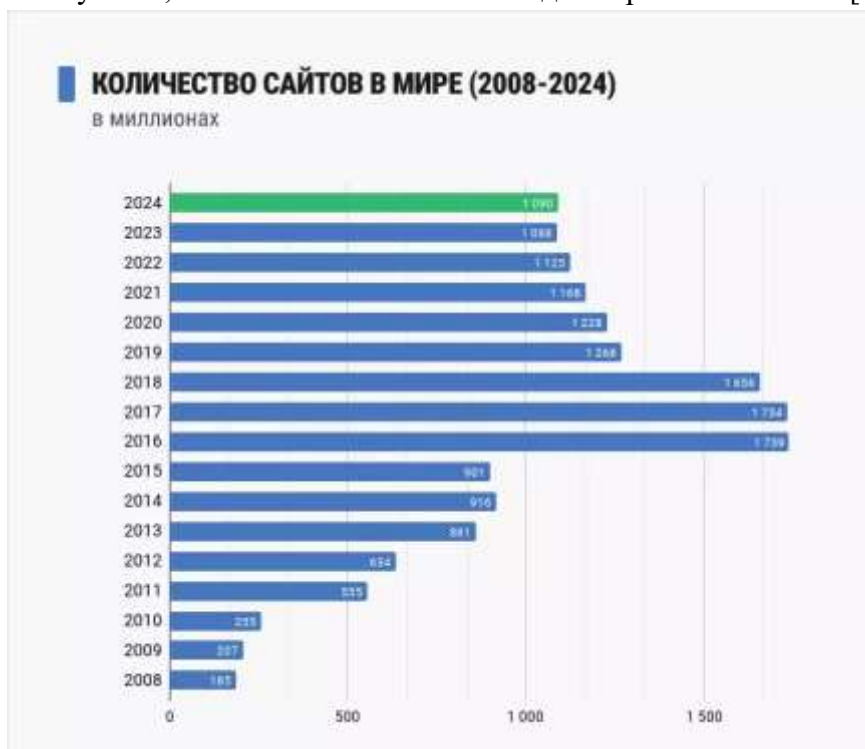


Рисунок 1.- Диаграмма «Количество сайтов в мире»

Такая тенденция связана с устареванием сайтов, нежеланием их поддерживать. Однако основным фактором является растущая конкуренция и она связана не только с качеством товаров и услуг, наполняющих сайт, но и с производительностью самого сайта.

Метрики оптимизации

В 2019 году компания Google представила набор метрик, с помощью которых определяет производительность сайта – Core Web Vitals. Этот набор состоит из следующих метрик [2]:

- Largest Contentful Paint (LCP) – метрика показывает точку во время загрузки страницы, когда были загружены основные или самые большие элементы содержимого во viewport. Разработчик должен стремиться к тому, чтобы показатель LCP обрабатывал в течение первых 2,5 секунд.
- Cumulative Layout Shift (CLS) – позволяет оценить визуальную стабильность страницы. CLS показывает, какое количество содержимого во viewport двигалось во время загрузки страницы. Эталоном является значение не превышающее 0.1.
- First Input Delay (FID) – измеряет, сколько времени потребовалось браузеру, чтобы отреагировать на первое событие пользовательского ввода. Требуемое значение: не более 100 мс.

На основе данных метрик Google поднимает в списке сайтов те из них, которые имеют лучшие показатели. Таким образом компания старается предлагать наиболее релевантный и полезный контент, слабо оптимизированные сайты являются неудобными в использовании.

Методы оптимизации

Многие ученые рассматривали методы оптимизации рендеринга контента, например, с помощью использования React-хуков, позволяющих избежать лишней перерисовки, (А. Ким, С.С. Савкин, Д.В. Логвинов) [3-4] или с помощью грамотного использования возможностей Virtual DOM (С.О. Бондаренко, К.Ю. Бетеев, Г.В. Муратова) [5-6] и (S. Aggarwal) [7], однако эти подходы не несут какого-то практического смысла, когда впервые загружается контент на страницу пользователя, особенно если его очень много, такую мысль высказали некоторые ученые (А. В. Андреев, О. В. Шиляева и А. Т. Зурабов) [8].

В данной работе рассмотрим оптимизацию рендеринга больших списков с помощью VirtualScroll, Lazy-loading и Partition loading.

Виртуальный скролл (Virtual Scroll) – это альтернатива пейджингу, при которой пользователь для получения доступа к очередным данным должен прокрутить ползунок скролла, при этом в DOM-дереве находятся элементы, которые помещаются во viewport, остальные из дерева удаляются. Данный подход позволяет ускорить работу, поскольку полный список не загружается за один раз, а только в соответствии с позицией скролла и DOM-дерево не накапливает лишние элементы [9].

Ленивая загрузка (отложенная загрузка, lazy-loading) – это способ оптимизации загрузки контента (чаще всего медиа-файлы), который не является критически важным для отображения на странице. Наиболее простым способом реализации данного метода является указание в атрибут data-src URL-адрес изображения HTML-тега img. Таким образом JavaScript отслеживает появление элемента в области видимости, перемещает из data-src в src, а затем уже происходит запрос на получение изображения. С помощью данного метода возможно избежать загрузки изображений, до которых пользователь не дошел [10].

Порционная загрузка (partition loading) – данные разбиваются на части определенного размера, назначается триггер, при срабатывании которого происходит получение очередной порции.

Описание и проведение эксперимента

Для проведения экспериментов было разработано небольшое приложение, которое состоит из списка карточек фильмов. Каждая карточка содержит название и постер к фильму.

Клиентская часть приложения была реализована с использованием библиотеки ReactJs, языком программирования был выбран TypeScript. В качестве менеджера состояний использовался Redux с расширением Redux Toolkit. Для выполнения запросов на сервер была выбрана библиотека axios. А также использовалась библиотека готовых компонентов AntDesign. Список с фильмами из приложения представлен на Рисунке 2.

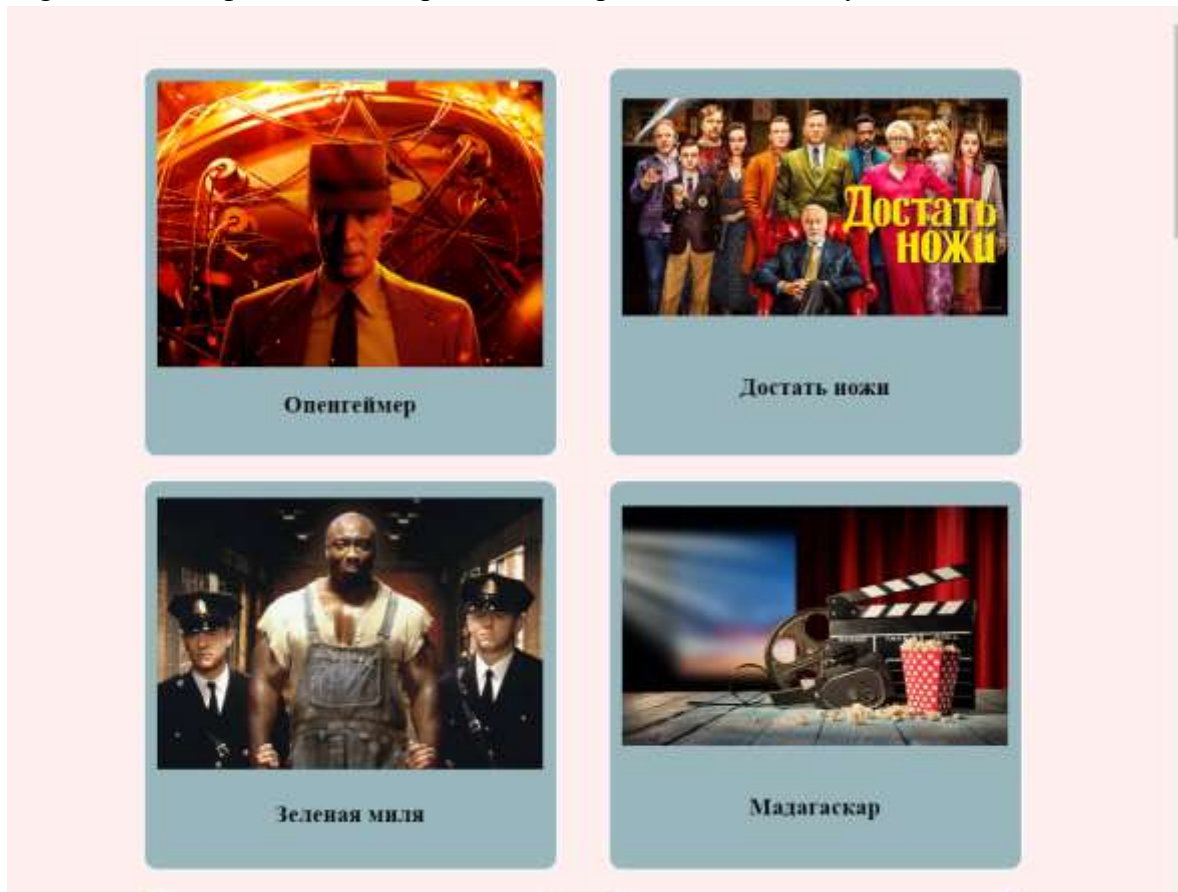


Рисунок 2. - Список карточек фильмов

Для проведения замеров был использован Google Chrome Devtools, а именно вкладка Performance. Замеры производились на оригинальном приложении, а затем после применения методов оптимизации. В таблице 1 представлено время в миллисекундах, затраченное на загрузку, выполнение скриптов, рендеринг, отрисовку и т.д.

Таблица 1. - Сравнение данных из вкладки Performance

Версия	Performance				
	Loading	Scripting	Rendering	Painting	Общее время
Оригинальная	3	898	647	509	14680
Оптимизированная	4	499	162	171	9668

В Таблице 2 отражены метрики производительности для оригинальной и оптимизированной версий.

Таблица 2. - Сравнение метрик из вкладки Performance

Метрика	FCP (мс)	LCP (мс)	CLS	TBT (мс)
Версия				

Оригинальная	3480	9210	0,004	940
Оптимизированная	661,07	5560	0	190

Заключение

По результатам проведенного эксперимента, представленных в таблицах 1,2, Virtual Scroll, Lazy-loading, Partition loading влияют на время рендеринга веб-приложения, содержащего список элементов, уменьшая его с 647 мс до 162 мс. Также данные методы позволяют улучшить метрики, входящие в набор Core Web Vitals: FCP (с 3,48 с до 661,07 мс), LCP (с 9,21 с до 5,56 с), CLS (с 0,004 до 0), ТВТ (с 940 мс до 190 мс).

Кроме этого, после проведенного эксперимента можно сделать вывод, что использование виртуального скролла для исключения хранения в DOM-дереве элементов, которые находятся вне области видимости пользователя, а также порционной загрузки контента и ленивой загрузки изображений позволяет уменьшить время рендеринга приложения в 4 раза. Однако очевидно, что выигрыш прямо пропорционально зависит от количества контента, который необходимо загрузить пользователю. Таким образом, для приложений-каталогов представленные методы оптимизации позволят улучшить ощущаемую производительность пользователем, а для приложений, где не предполагается наличие большого объема загружаемых данных может не иметь никакого смысла, а только затруднить процесс разработки.

Список литературы

1. 100+ ИНТЕРНЕТ-СТАТИСТИКИ И ТЕНДЕНЦИЙ. [Электронный ресурс] // websiterating: [сайт]. URL: <https://www.websiterating.com/ru/blog/research/internet-statistics-facts>.
2. Основные сведения о показателях Core Web Vitals и результатах поиска Google. [Электронный ресурс] // developers.google.com: [сайт]. URL: <https://developers.google.com/search/docs/appearance/core-web-vitals?hl=ru>.
3. Virtual Scrolling in React: Implementation from scratch and using react-window. [Электронный ресурс] // Tech With Vedansh: [сайт]. URL: <https://vedanshmehra.hashnode.dev/virtual-scrolling-in-react-implementation-from-scratch-and-using-react-window>.
4. Ким А. Анализ и оптимизация ре-рендеринга компонентов *Научно-технические инновации и веб-технологии*. 2022. № 1. С. 4-10. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_48658820_11841256.
5. Савкин С. С. Оптимизационные возможности JavaScript-библиотеки REACT 18 / С. С. Савкин, Д. В. Логвинов *Вызовы глобализации и развитие цифрового общества в условиях новой реальности : сборник материалов IV Международной научно-практической конференции*, Москва, 19 декабря 2022 года. – Москва: Алеф, 2022. – С. 126-129. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=50138369>.
6. Бондаренко С.О. Современные интерактивные веб приложения – построение пользовательского интерфейса с React *Вестник науки и образования*. 2018. № 5 (41). С. 46-48 URL: <https://elibrary.ru/upbkif?ysclid=ln614gvozy964658019>.

7. Бетеев К.Ю., Муратова Г.В. Концепция Virtual DOM в библиотеке React.js // *Инженерный вестник Дона*. 2022. № 3 (87). С. 170-180. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_48413155_74717385.pdf.
8. Aggarwal S. Modern Web-Development Using ReactJS *International Journal of Recent Research Aspects*. 2018. №5(1). С. 133-137. URL: <https://idoc.tips/modern-web-development-using-reactjs-pdf-free.html>.
9. Андреев А. В. Исследование процесса оптимизации функциональных веб-интерфейсов / А. В. Андреев, О. В. Шиляева, А. Т. Зурабов *Актуальные проблемы науки и техники*. 2022: Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 16–18 марта 2022 года / Отв. редактор Н.А. Шевченко. – Ростов-на-Дону: Донской государственный технический университет, 2022. – С. 312-313. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49165838>.
10. Virtual Scrolling in React: Implementation from scratch and using react-window. [Электронный ресурс] // Tech With Vedansh: [сайт]. URL: <https://vedanshmehra.hashnode.dev/virtual-scrolling-in-react-implementation-from-scratch-and-using-react-window>.
11. Абдураманов, З. Ш. Оптимизация веб-страницы с использованием "ленивой подгрузки изображений" / З. Ш. Абдураманов, А. Г. Ибраимов, Г. С. Сейдаметов *Информационно-компьютерные технологии в экономике, образовании и социальной сфере*. – 2021. – № 1(31). – С. 147-154. – EDN ZKCCMW. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45677816>.

References

1. 100+ INTERNET STATISTICS AND TRENDS. [Electronic resource] // websiterating: [site]. Available from URL: <https://www.websiterating.com/ru/blog/research/internet-statistics-facts>.
2. Understanding Core Web Vitals metrics and Google search results. [Electronic resource] // developers.google.com: [website]. Available from URL: <https://developers.google.com/search/docs/appearance/core-web-vitals?hl=ru>.
3. Virtual Scrolling in React: Implementation from scratch and using react-window. [Electronic resource] // Tech With Vedansh: [website]. Available from URL: <https://vedanshmehra.hashnode.dev/virtual-scrolling-in-react-implementation-from-scratch-and-using-react-window>.
4. Kim A. Analysis and optimization of rerendering of components. In: *Scientific and Technical Innovations and Web Technologies*. 2022. No. 1. P. 4-10. Available from URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_48658820_11841256.
5. Savkin S. S. Optimization capabilities of the JavaScript library REACT 18 / S. S. Savkin, D. V. Logvinov In: *Challenges of globalization and the development of digital society in the new reality: collection of materials of the IV International Scientific and Practical Conference*, Moscow, December 19, 2022. – Moscow: Aleph, 2022. – P. 126-129. Available from URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=50138369>.
6. Bondarenko S.O. Modern interactive web applications - building a user interface with React In: *Bulletin of Science and Education*. 2018. No. 5 (41). pp. 46-48 Available from URL: <https://elibrary.ru/upbkif?ysclid=ln614gvozy964658019>.

7. Beteev K.Yu., Muratova G.V. The concept of Virtual DOM in the React.js library In: *Engineering Bulletin of Don*. 2022. No. 3 (87). pp. 170-180. Available from URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_48413155_74717385.pdf.
 8. Aggarwal S. Modern Web-Development Using ReactJS *International Journal of Recent Research Aspects*. 2018. №5(1). С. 133-137. Available from URL: <https://idoc.tips/modern-web-development-using-reactjs-pdf-free.html>.
 9. Andreev A. V. Study of the optimization process of functional web interfaces / A. V. Andreev, O. V. Shilyaeva, A. T. Zurabov In: *Current problems of science and technology. 2022: Materials of the All-Russian (national) scientific and practical conference, Rostov-on-Don, March 16–18, 2022* / Rep. editor N.A. Shevchenko. – Rostov-on-Don: Don State Technical University, 2022. – P. 312-313. Available from URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49165838>.
 10. Virtual Scrolling in React: Implementation from scratch and using react-window. [Electronic resource] // Tech With Vedansh: [website]. Available from URL: <https://vedanshmehra.hashnode.dev/virtual-scrolling-in-react-implementation-from-scratch-and-using-react-window>.
 11. Abduramanov, Z. Sh. Optimization of a web page using “lazy loading of images” / Z. Sh. Abduramanov, A. G. Ibraimov, G. S. Seydametov In: *Information and computer technologies in economics, education and social sphere* . – 2021. – No. 1(31). – pp. 147-154. – EDN ZKCCMW. Available from URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45677816>.
-



Международный журнал информационных технологий и
энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.056

ПОДГОТОВКА КРИПТОГРАФИЧЕСКИХ СИСТЕМ К ПОСТ-КВАНТОВОМУ МИРУ

Денисов Н.А.

*ФГБОУ ВО «МИРЭА - РОССИЙСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ», г. Москва, Россия
(119454, г. Москва, Пр-т Вернадского, д. 78, стр.4), e-mail: ndenisoff@icloud.com*

В последние годы было проведено значительное количество исследований в области квантовых компьютеров. Машины, которые используют квантово-механические явления для решения математических задач трудных или неразрешим для обычных компьютеров. Если когда-нибудь появятся крупномасштабные квантовые компьютеры, они смогут взломать многие из используемых в настоящее время криптосистем с открытым ключом. Этот серьезно поставит под угрозу конфиденциальность и целостность цифровых коммуникаций на Интернет. Цель постквантовой криптографии (также называемой квантово-устойчивой криптографией) заключается в разработке криптографических систем, защищенных как от квантовых, так и от классических компьютеров, которые могут взаимодействовать с существующими протоколами связи и сетями.

Ключевые слова: Пост квантовая криптография; криптография с открытым ключом; квантовые вычисления; квантовая устойчивость; квантовая безопасность.

PREPARING CRYPTOGRAPHIC SYSTEMS FOR THE POST-QUANTUM WORLD

Denisov N.A.

*MIREA - RUSSIAN TECHNOLOGICAL UNIVERSITY, Moscow, Russia (119454, Moscow, avenue.
Vernadsky, 78, b. 4), e-mail: ndenisoff@icloud.com*

In recent years, a significant amount of research has been conducted in the field of quantum computers. Machines that use quantum mechanical phenomena to solve mathematical problems difficult or unsolvable for ordinary computers. If large-scale quantum computers ever appear, they will be able to crack many of the currently used public key cryptosystems. This will seriously compromise the privacy and integrity of digital communications on the Internet. The goal of post-quantum cryptography (also called quantum-stable cryptography) is to develop cryptographic systems that are protected from both quantum and classical computers that can interact with existing communication protocols and networks.

Keywords: Post-quantum cryptography; public key cryptography; quantum computing; quantum stability; quantum security.

Введение

Постквантовая криптография, также известная как квантовое шифрование, представляет собой разработку криптографических систем для классических компьютеров, которые могут предотвращать атаки, запускаемые квантовыми компьютерами [1].

В 1980-х годах учёные предположили, что, если компьютеры смогут воспользоваться уникальными свойствами квантовой механики, они смогут выполнять сложные вычисления быстрее, чем классические бинарные компьютеры. Быстро стало ясно, что квантовый компьютер, используя преимущества квантовых свойств, таких как суперпозиция и запутанность, может выполнять определенные типы сложных вычислений за считанные часы — то, на что классическому компьютеру потребовалось бы несколько лет.

В 1990-х годах, после того как математик Питер Шор успешно продемонстрировал, что теоретический квантовый компьютер может легко взломать алгоритм, используемый для шифрования с открытым ключом (РКЕ), криптографы всего мира начали исследовать, как будет выглядеть система постквантовой криптографии.

Доквантовая, квантовая и постквантовая криптография

Квантовые компьютеры используют законы квантовой механики для обработки информации в квантовых битах (кубитах). Поскольку каждый кубит может представлять собой комбинацию нулей и единиц, квантовый компьютер может обрабатывать переменные экспоненциально быстрее, чем классический компьютер.

Доквантовая криптография использует особый тип шифрования, называемый алгоритмом, для преобразования человекочитаемых данных в секретный код. Задача доквантовой криптографии состоит в том, чтобы сделать шифры простыми для понимания, но трудными для обратного проектирования.

Квантовая криптография опирается на физические свойства атомов и использует геометрические шифры для преобразования удобочитаемых данных в секретный код. Основная проблема постквантовой криптографии заключается в том, что квантовая физика является новой научной областью исследований, а создание и эксплуатация прототипов квантовых компьютеров дороги.

Пост квантовая криптография

За последние три десятилетия криптография с открытым ключом стала незаменимым компонентом нашей глобальной цифровой коммуникационной инфраструктура. Эти сети поддерживают множество приложения, которые важны для нашей экономики, нашей безопасности и нашего образа жизни, такие как мобильные телефоны, интернет - торговля, социальные сети и облачные вычисления. В таком взаимосвязанном мире способность отдельных лиц, предприятий и правительств безопасно общаться имеет первостепенное значение.

Многие из наших наиболее важных протоколов связи основаны главным образом на трех основных криптографических алгоритмах: шифрование с открытым ключом, цифровые подписи и обмен ключами.

В настоящее время эти функциональные возможности в основном реализуются с использованием обмена ключами Диффи-Хеллмана, криптосистемы RSA (Ривест-Шамир-Адлеман) и криптосистем с эллиптической кривой. Их безопасность зависит от сложности некоторых задач теории чисел, таких как факторизация целых чисел или проблема дискретного журнала по различным группам.

В 1994 году Питер Шор из Bell Laboratories показал, что квантовые компьютеры — новая технология, которая использует физические свойства материи и энергии для выполнения вычислений. Она может эффективно решить каждую из этих проблем, тем самым визуализируя все криптосистемы с открытым ключом, основанные на такие предположения бессильны [2]. Таким образом, достаточно мощный квантовый компьютер придаст множество форм современные коммуникации – от обмена ключами до шифрования и цифровой аутентификации – находятся под угрозой.

Открытие того, что квантовые компьютеры можно использовать для решения определенных задач быстрее, чем с использованием классических компьютеров вызвали большой интерес к квантовым вычислениям.

За двадцать лет, прошедших с момента открытия Шора, теория квантовых алгоритмов существенно развилась.

Квантовые алгоритмы, достигающие экспоненциального ускорения, были обнаружены для проблем, связанных с физическим моделированием, теории чисел и топологий. Тем не менее, список задач, допускающих экспоненциальное ускорение за счет квантовых вычислений, остается относительно маленький. Напротив, для более широких классов задач были разработаны более скромные ускорения, связанные с поиском, обнаружением коллизий и оценкой булевых формул. В частности, алгоритм поиска Гровера обеспечивает квадратичное ускорение при решении задач неструктурированного поиска. Пока такое ускорение не делает криптографические технологии устаревшими, оно может привести к требованию ключей большего размера, даже в случае симметричного ключа. (Таблица 1 для краткого обзора.)

Таблица 1. Влияние квантовых вычислений на распространенные криптографические алгоритмы

Криптографический алгоритм	Тип	Цель	Влияние большего ключа на тип клипьютера
AES	Симметрический ключ	Шифрование	Необходим более длинный размер ключа
SHA-2, SHA-3	-----	Хэш-функции	Требуется больший результат
RSA	Открытый ключ	Подписи, ключ учреждение	Больше не безопасно
ECDSA, ECDH (Эллиптическая кривая, Криптография)	Открытый ключ	Подписи, ключ учреждение	Больше не безопасно
DSA (криптография конечных полей)	Открытый ключ	Подписи, ключ учреждение	Больше не безопасно

Обзор квантостойкой криптографии

Наиболее важными применениями криптографии с открытым ключом сегодня являются цифровые подписи и ключи учреждений. Создание крупномасштабного квантового компьютера сделало бы многие из этих криптосистем с открытым ключом небезопасными. В частности, сюда относятся те, на основе сложности факторизации целых чисел, например, RSA, а также на основе сложности задачи дискретного логарифма. Напротив, влияние на системы с симметричными ключами не будет быть столь же радикальным (Таблица 1). Алгоритм Гровера обеспечивает квадратичное ускорение квантовых вычислений, алгоритмы поиска в сравнении с алгоритмами поиска на классических компьютерах. Мы не уверены, что алгоритм Гровера когда-либо будет практически актуален, но если это так, то удвоение

размера ключа будет достаточно для обеспечения безопасности. Кроме того, было показано, что экспоненциальное ускорение алгоритмов поиска невозможен, что позволяет предположить, что симметричные алгоритмы и хэш-функции должны быть пригодными для использования в квантовую эпоху [3].

Следовательно, поиск алгоритмов, которые считаются устойчивыми к атакам как классических, так и квантовых компьютеров сосредоточились на алгоритмах с открытым ключом. Дадим обзор основных семейств, для которых были предложены постквантовые примитивы. Эти семейства включают те, которые основаны на решетках, кодах и многомерных полиномах, а также ряд других.

Криптография на основе решеток. Криптосистемы, основанные на задачах решетки, получили новый интерес по нескольким причинам. Захватывающие новые приложения (такие как полностью гомоморфное шифрование, обфускация кода и шифрование на основе атрибутов) стали возможными с использованием решетчатой криптографии. Большинство алгоритмов создания ключей на основе решеток относительно просты, эффективны и допускают параллельную обработку. Кроме того, безопасность некоторых решетчатых систем доказуемо надежна.

Криптография на основе кода. В 1978 году была впервые предложена криптосистема МакЭлиса. С тех пор появились и другие системы, основанные на кодах, исправляющих ошибки.

Хотя большинство примитивов на основе кода довольно быстры, они страдают от очень больших размеров ключей. В более новых вариантах коды стали более структурированными в попытке сократить количество ключей.

Однако добавленная структура также привела к успешным атакам на некоторые предложения. Пока были некоторые предложения по подписям на основе кода, криптография на основе кода видела больше успеха со схемами шифрования.

Многомерная полиномиальная криптография. Эти схемы основаны на сложности решения системы многочленов многих переменных над конечными полями. Несколько многомерных криптосистем были предложены за последние несколько десятилетий, многие из них были сломаны [6]. Хотя были некоторые предложения по схемам многомерного шифрования. Многомерная криптография исторически более успешна в качестве подхода к подписям.

Подписи на основе хэша. Подписи на основе хэша — это цифровые подписи, созданные с использованием функции хэша. Их безопасность, даже против квантовых атак, хорошо понятна. Многие из более эффективных схем подписи на основе хэша имеют тот недостаток, что подписывающая сторона должна вести учет точного количества ранее подписанных сообщений, и любая ошибка в этой записи приведет к сбою. Еще одним недостатком является то, что можно создать лишь ограниченное количество подписей. Количество подписей может быть увеличено, даже практически неограниченно, но это также увеличивает размер подписи.

Другие виды шифрования. Было предложено множество систем, не подпадающих под вышеперечисленные семейства. Одно такое предложение основано на оценке изогений на суперсингулярных эллиптических кривых. В то время как задача дискретного логарифма на эллиптических кривых может быть эффективно решена с помощью алгоритма Шора для квантового компьютера, проблема изогении на суперсингулярных кривых не имеет

аналогичной известной квантовой атаки. Кажется, маловероятным, что какой-либо из известных на данный момент алгоритмов может служить в качестве подключаемого модуля в замен тому, что используется сегодня. Одна из проблем, которую, вероятно, придется преодолеть, заключается в том, что большинство квантоустойчивых алгоритмов имеют больший размер ключей, чем алгоритмы, которые они будут использовать. Это может привести к необходимости изменения различных интернет-протоколов, таких как транспортный протокол.

Прогресс в разработке оборудования для квантовых вычислений

Исследования возможности создания крупномасштабных квантовых компьютеров начались всерьез после открытия Питером Шором в 1994 году квантового алгоритма с полиномиальным временем для факторизации целых чисел [2]. В то время было неясно, станут ли квантовые вычисления когда-нибудь фундаментальным изобретением. Многие ведущие эксперты полагали, что квантовые состояния слишком хрупкие и с учетом накопления ошибок для крупномасштабных квантовых вычислений, которые когда-либо будут реализованы.

Ситуация изменилась в конце 1990-х годов с разработкой квантовых кодов, исправляющих ошибки и пороговые теоремы [1]. Эти пороговые теоремы показывают, что, если частота ошибок на логическую операцию («квантовые ворота») в квантовом компьютере можно опустить ниже фиксированного порога, тогда квантовые вычисления произвольной длины могут выполняться надежным и отказоустойчивым способом путем включения этапов исправления ошибок на протяжении всего выполнения квантовых вычислений [4].

С годами экспериментаторы постепенно разрабатывали улучшенное оборудование со все более низкими коэффициентами ошибок на квантовый вентиль. Одновременно теоретики разработали новую процедуры коррекции квантовой ошибки, обеспечивающую более высокие пороги отказоустойчивости. В последнее время некоторые эксперименты с помощью ионных ловушек и сверхпроводящих схем продемонстрированы универсальные наборы квантовых вентиляей, которые номинально ниже самых высоких теоретических порогов отказоустойчивости (около 1 %) [6].

Это важная веха, которая стимулировала увеличение инвестиций со стороны правительства и промышленности. Однако очевидно, что необходимы значительные долгосрочные усилия для перехода от современных лабораторных демонстраций, включающие от нескольких кубитов до крупномасштабных квантовых компьютеров, включающих в себя тысячи логических кубитов, закодированных, возможно, в сотнях тысяч или миллионов физических кубитов.

Параллельно с разработкой цифровых квантовых компьютеров общего назначения были произведены усилия по разработке аналоговых квантовых компьютеров специального назначения, таких как квантовые отжигатели (например, машина D-Wave), аналоговые квантовые симуляторы и устройства для отбора проб бозонов. Однако из-за своей специализированной природы эти аналоговые квантовые устройства не относятся к криптоанализу.

Заключение

Вопрос о том, когда будет построен крупномасштабный квантовый компьютер, является сложным и спорным.

Имеется примерно 20 лет на развертывание нашей современной инфраструктуры шифрования с открытым ключом. Это потребует значительного усилия по обеспечению плавного и безопасного перехода от ныне широко используемых криптосистем к их устойчивым к квантовым вычислениям аналогам. Поэтому независимо от того, сможем ли мы оценить точное время наступления эры квантовых вычислений, мы должны начать уже сейчас готовить наши системы информационной безопасности к противостоянию квантовым вычислениям.

Список литературы

1. J. Preskill, Reliable Quantum Computers, Proc. Roy. Soc. London A, 454, 1998, pp. 385–410. <http://dx.doi.org/10.1098/rspa.1998.0167>
2. P. Shor, Polynomial-Time Algorithms for Prime Factorization and Discrete Logarithms on a Quantum Computer, SIAM J. Comput., 26 (5), 1997, pp. 1484–1509. <http://dx.doi.org/10.1137/s0036144598347011>.
3. M. Mosca, Cybersecurity in an era with quantum computers: will we be ready? IACR Cryptology ePrint Archive Report 2015/1075, 2015. <http://eprint.iacr.org/2015/1075>.
4. Голкина Г.Е., Шайтура С.В. Безопасность бухгалтерских информационных систем – Учебное пособие - Бургас, 2016
5. Шайтура С.В., Минитаева А.М., Феоктистова В.М., Ордов К.В. Безопасные информационные технологии. Сборник трудов Десятой международной научно-технической конференции – М: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2019, с. 377 - 379
6. R. Barends, J. Kelly, A. Megrant, A. Veitia, D. Sank, E. Jeffrey, Y. Chen, B. Chiaro, J. Mutus, C. Neil, Superconducting quantum circuits at the surface code threshold for fault tolerance, Nature 508 (7497), 2014, pp. 500–503. <http://dx.doi.org/10.1038/nature13171>.

References

1. J. Preskill, Reliable Quantum Computers, Proc. Roy. Soc. London A, 454, 1998, pp. 385–410. <http://dx.doi.org/10.1098/rspa.1998.0167>
 2. P. Shor, Polynomial-Time Algorithms for Prime Factorization and Discrete Logarithms on a Quantum Computer, SIAM J. Comput., 26 (5), 1997, pp. 1484–1509. <http://dx.doi.org/10.1137/s0036144598347011>.
 3. M. Mosca, Cybersecurity in an era with quantum computers: will we be ready? IACR Cryptology ePrint Archive Report 2015/1075, 2015. <http://eprint.iacr.org/2015/1075>.
 4. Golkina G.E., Shaitura S.V. Security of accounting information systems – Textbook - Burgas, 2016
 5. Shaitura S.V., Minitaeva A.M., Feoktistova V.M., Ordov K.V. Secure information technologies. Proceedings of the Tenth International Scientific and Technical Conference - Moscow: Bauman Moscow State Technical University, 2019, pp. 377-379
 6. R. Barends, J. Kelly, A. Megrant, A. Veitia, D. Sank, E. Jeffrey, Y. Chen, B. Chiaro, J. Mutus, C. Neil, Superconducting quantum circuits at the surface code threshold for fault tolerance, Nature 508 (7497), 2014, pp. 500-503. <http://dx.doi.org/10.1038/nature13171> .
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.93

СИСТЕМА РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ НА МИКРОКОМПЬЮТЕРАХ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ИЗОЛИРОВАННОМ КОНТУРЕ

Шувалов А.К.

ФГАОУ ВО «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ "ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ"» (МОСКОВСКИЙ ИНСТИТУТ ЭЛЕКТРОНИКИ И МАТЕМАТИКИ ИМ. А.Н. ТИХОНОВА), г. Москва, Россия (101000, город Москва, Мясницкая ул., д.20), e-mail: mr.sasha.shuv@gmail.com

В работе рассматривается способ реализации системы распознавания лиц на микрокомпьютере с целью использования в изолированном контуре. Работа содержит анализ предметной области с информацией о классических вариантах реализации подобных систем. Также, в работе проводилось исследование различных моделей детектирования, распознавания лиц и способов хранения векторов признаков.

Ключевые слова: Распознавание лиц; микрокомпьютеры; детектирование лиц; хранение векторов; изолированное устройство; машинное обучение.

MICROCOMPUTER-BASED FACIAL RECOGNITION SYSTEM FOR USE IN AN ISOLATED CIRCUIT

Shuvalov A.K.

NATIONAL RESEARCH UNIVERSITY HIGHER SCHOOL OF ECONOMICS (A.N. TIKHONOV MOSCOW INSTITUTE OF ELECTRONICS AND MATHEMATICS), Moscow, Russia (101000, Moscow, Myasnitskaya str., 20), e-mail: mr.sasha.shuv@gmail.com

The paper deals with the method of realization of a face recognition system on a microcomputer for use in an isolated loop. The work contains the analysis of the subject area with information about classical variants of realization of such systems. Also, the paper investigated different detection models, face recognition and ways of storing feature vectors.

Keywords: Face recognition; microcomputers; face detection; vector storage; isolated device; machine learning.

Введение

Системы распознавания лиц являются неотъемлемой частью современной жизни. Они встроены в телефоны, терминалы оплаты, служат для обеспечения безопасности в различных секторах коммерческого блока и государственных предприятий.

По данным компании ResFaces, в период с апреля 2021 года по апрель 2022, спрос на системы распознавания лиц вырос на 80% [1]. Если рассмотреть новые данные, то по информации генерального директора компании NtechLab, с 2021 года число российских регионов, использующих систему распознавания лиц, выросло с 5 до 62 [2]. Данная тенденция четко показывает, что государство и коммерческие компании заинтересованы в данном типе решений.

Однако, если проанализировать описания устройств, которые представлены на рынке, можно заметить, что там не указана возможность работы без передачи видео потока по сети на сервер, для дальнейшего анализа. Такой подход хоть и хорошо себя зарекомендовал, но вносит дополнительные точки отказа в процесс обработки и повышает вероятность атаки со стороны злоумышленника, например, с перехватом и/или подменой трафика. В некоторых случаях, представленные выше угрозы, могут быть критически важными, что подводит к разработке специального устройства, которое будет способно принимать решения об идентификации пользователя без пересылки трафика на сервер.

Преимущества данного подхода:

- Меньше вероятность атаки со стороны нарушителя;
- Устройство легко транспортировать, достаточно просто переставить в новое место.

Недостатки:

- Нет возможности валидации результатов;
- Ограничен выбор моделей, чтобы избежать большого потребления ресурсов.

Чтобы исследование показывало более наглядные результаты, был выбран порог по качеству распознавания лиц в 95%. Данный выбор обусловлен качеством распознавания на различных тестовых датасетах, статистика по которым представлена в открытом доступе.

Анализ предметной области

Для более полного погружения в тему, необходимо определить из чего состоят системы распознавания, для чего и где применяются.

В первую очередь, распознавание лиц – это способ идентификации или подтверждения личности человека по его лицу [3]. Когда же мы говорим про систему распознавания, то это уже ПО, которое реализует распознавание лиц. Сам процесс работы такой системы в базовом варианте состоит из 4 основных шагов [4]:

- Обнаружение лица;
- Преобразования лица в числовую последовательности;
- Уменьшение размерности вектора;
- Поиск совпадений по базе данных.

Существует множество вариантов использования данной технологии для улучшения нашей жизни и обеспечения безопасности:

1. Области применения – зоны пограничного контроля, телефоны, органы правопорядка. Назначение – идентификация пользователей для поиска людей в базе нарушителей, контроль за доступом на территорию;

2. Области применения – банки, магазины. Назначение – анализ черт лица, анализ эмоций от покупки, идентификация пользователя для персонального обслуживания;

3. Области применения – различные коммерческие компании. Назначение – анализ соблюдения техники безопасности на предприятии, контроль рабочего времени, анализ действий сотрудника на рабочем месте.

В работе, используется развертывание на микрокомпьютере. Данный выбор был сделан исходя из анализа решений на рынке, числа актуальных публикация и сравнительного анализа различных вариантов развертывания. Данный анализ представлен в Таблице 1.

Таблица 1. - Плюсы и минусы различных вариантов систем распознавания

Тип развертывания	Плюсы	Минусы
Микрокомпьютеры	Можно использовать как скрытое устройство из-за малых размеров	Ограничение по ресурсам
	Удобство размещения в различных физических местах	
	Возможность работы в изолированном контуре или для снижения нагрузки на сервер	
Сервера/облака	Можно использовать больше вычислительных мощностей, как следствие, мощнее модели и, теоретически, лучше качество распознавания	Выше нагрузка на сеть, так как нужно передавать поток с камер на сервер
		Сложнее разработка, так как нужно балансировать нагрузку и при этом не терять кадры
		Не все компании готовы использовать облачные сервисы, так как надо передавать свои данные другому лицу
		Не все компании обладают вычислительными мощностями для развертывания системы распознавания и ее поддержки
Агент на АРМ	Оперативное реагирование на инциденты ИБ. Например, можно заблокировать АРМ, когда сработало правило по неверному числу идентификации пользователя	Ограничение по ресурсам. Во многих компаниях, АРМ обладают малым числом ОЗУ и слабыми процессорами. Установка слишком больших моделей может привести к невозможности работать за АРМ и, как следствие, неприменимости данного решения

	<p>Снизить нагрузку на сервер, так как можно отправлять только результаты распознавания и/или отправлять на перепроверку часть кадров, чтобы уменьшит число ложно положительных сработок</p>	<p>Необходимо обеспечить повышенную безопасность решения, так как оно может быть скопировано (например, с использованием обфускации) и/или изменено для обхода СЗИ</p> <p>Ограничение на распознавание одного конкретного человека (владельца АРМ)</p> <p>Высокая вероятность появления артефактов в видео:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Плохая камера на АРМ, которую не заменить; • Блики, плохое освещение и так далее. <p>Если камеру для сервера и/или на микрокомпьютере мы можем легко заменить, переставить в место без засветов, то с АРМ пользователя сложнее, так как контролировать место работы, например, удаленного сотрудника затруднительно</p>
--	--	--

Общий подход к построению системы распознавания лиц

В связи с популярностью данного вида решений, существует некий устоявшийся подход к их реализации. Он представлен на Рисунке 1.

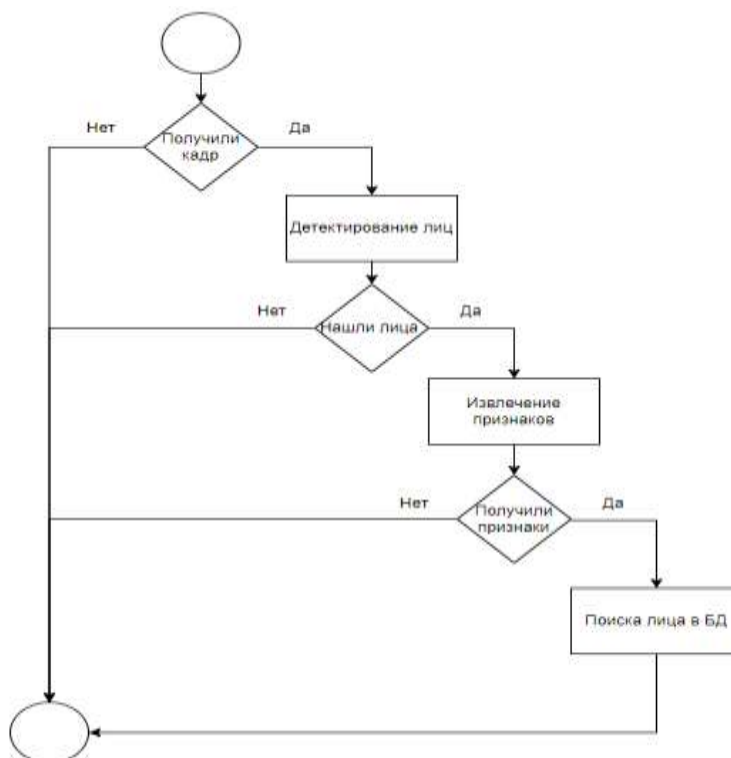


Рисунок 1. - Схема работы системы распознавания

Естественно, что способ реализации может отличаться в зависимости от условий задачи. Например, могут использоваться алгоритмы уменьшения размерности дескрипторов лиц PCA [5], T-SNE [6].

Модели детектирования лиц

Основная задача моделей детектирования лиц, является поиск и выделение лица на переданном изображении. Стоит отметить, что данный тип моделей является подвидом моделей детектирования объектов. Отдельно он выделяется, так как задача по обработке лиц крайне важна во многих решениях и исследованиях.

В работе не рассматривается подробный анализ развития различных моделей детектирования. Однако, для полного понимания можно прочитать специализированные материалы [7]. Также, на Рисунке 2 представлена схема развития детекторов объектов.

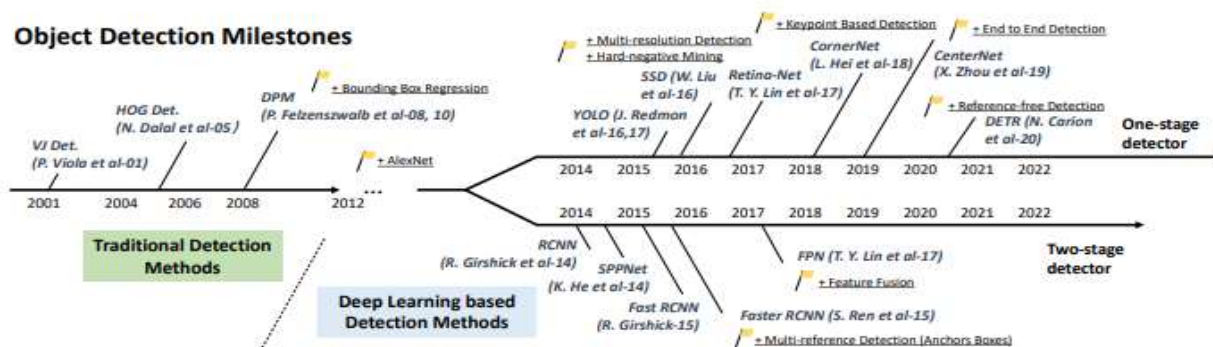


Рисунок 2. - Схема развития моделей детектирования объектов

Выбор же моделей чаще всего можно разделить на ряд этапов:

- Выбор бенчмарка;
- Составление критериев для фильтра моделей;
- Первичная фильтрация;
- Дополнительное тестирование моделей, если не было явного лидера;
- Окончательный выбор моделей.
- При анализе детекторов лиц, был использован такой же процесс.

В качестве бенчмарка был взят датасет WIDER Face (Easy/Medium/Hard) [8]. Метрикой бенчмарка является – средняя точность (AP) (1). Средняя точность – это точность, усредненная по всем значениям полноты между 0 и 1. AP интерпретируется как нахождение площади области ниже кривой точность-полнота [9].

$$AP = \sum_{k=0}^{k=n-1} (R(k) - R(k + 1)) * P(k), (1)$$

где R(k) – полнота в единичный момент времени;

P(k) – точность в единичный момент времени.

Основное отличие метрики AP от mAP, которая чаще используется в работах по детектированию, в том, что для mAP используется дополнительная зависимость по параметру IoU, когда AP зависит только от различий в порогах по уверенности в объекте.

После анализа бенчмарка, были сформированы критерии и произведена первичная фильтрация моделей. Результаты представлен в Таблице 2.

Таблица 2. Список моделей детектирования лиц

Модель	Метрики AP по WIDER Face			Open-source	Размер, Мб	Лицензия
	Easy	Medium	Hard			
YOLOv5n	93.6	91.5	80.5	+	14	GPL-3.0
YOLOv5s	94.3	92.6	83.2	+	54	GPL-3.0
SCRFD-10G	95.2	93.9	83.1	+	15	Apache 2.0
SCRFD-34G	96.1	94.9	85.3	+	38	Apache 2.0
CenterFace	93.2	92.1	87.3	+	8	MIT
YOLOv7-tiny	94.7	92.6	82.1	+	12	GPL-3.0
YOLOv7s	94.8	93.1	85.2	+	8	GPL-3.0

Так как явно определить лидера среди моделей сложно, было проведено дополнительное тестирования на собранном из открытых источников фото людей с различными артефактами на изображениях в офисном домене. Всего было собрано 69 фото, так как основная задача проверить производительность решения из-за высоких показателей качества на бенчмарке среди претендентов.

Ход тестирования представлен на Рисунке 3.

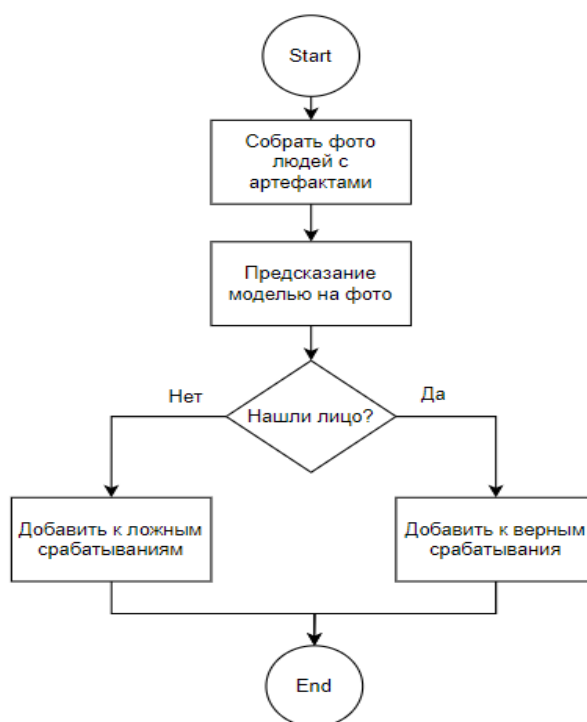


Рисунок 3. - Процесс тестирования модели детектирования лиц

Метрики производительности и числа верных предсказания на тестовом датасете представлены в Таблице 3.

Таблица 3 – Результаты тестов на собранном датасете

Модель	Время среднее, сек.	Доля верных предсказаний, %
SCRFD-10G	0.096	100
SCRFD-34G	0.528	100
CenterFace	0.063	100
YOLOv7-tiny	0.165	100
YOLOv7s	0.240	99

Исходя из анализа таблиц с метриками, был сделан выбор в пользу модели CenterFace [10].

Модель распознавания лиц

Процесс выбора модели распознавания схож с тем, что был описан при выборе детектора лиц. В качестве бенчмарка был взят датасет LFW [11]. Причина в том, что его часто используют для валидации моделей распознавания и как следствие будет получен более полный анализ решений. Однако, при первичном анализе можно заметить, что метрики у данного бенчмарка крайне высокий и делать однозначный выбор на их основе будет затруднительно. В связи с этим был взят датасет из открытых источников [12], он состоит из фото 18 знаменитостей, каждого из которых по 100 штук.

В результате первичного анализа и фильтрации, были выбраны модели распознавания в Таблице 4.

Таблица 4. - Модели распознавания и метрики точности для изолированного устройства

Модель	Точность на LFW	Размер, Мб
AdaFace R-18	0.9953	494
AdaFace R-50	0.9982	668
FaceTransformer Octuplet Loss	0.9973	266
FaceNet	0.9905	111

Перед дополнительным тестированием на датасете было проведено небольшое улучшение алгоритма обработки и детектирования лиц. Данный подход позволяет изменить плоскость лица и привести ее к плоскости рамки лица при детектировании. Пример такого преобразования на Рисунке 4.



Рисунок 4. -Трансформация лица

Сам процесс тестирования представлен на Рисунке 5:

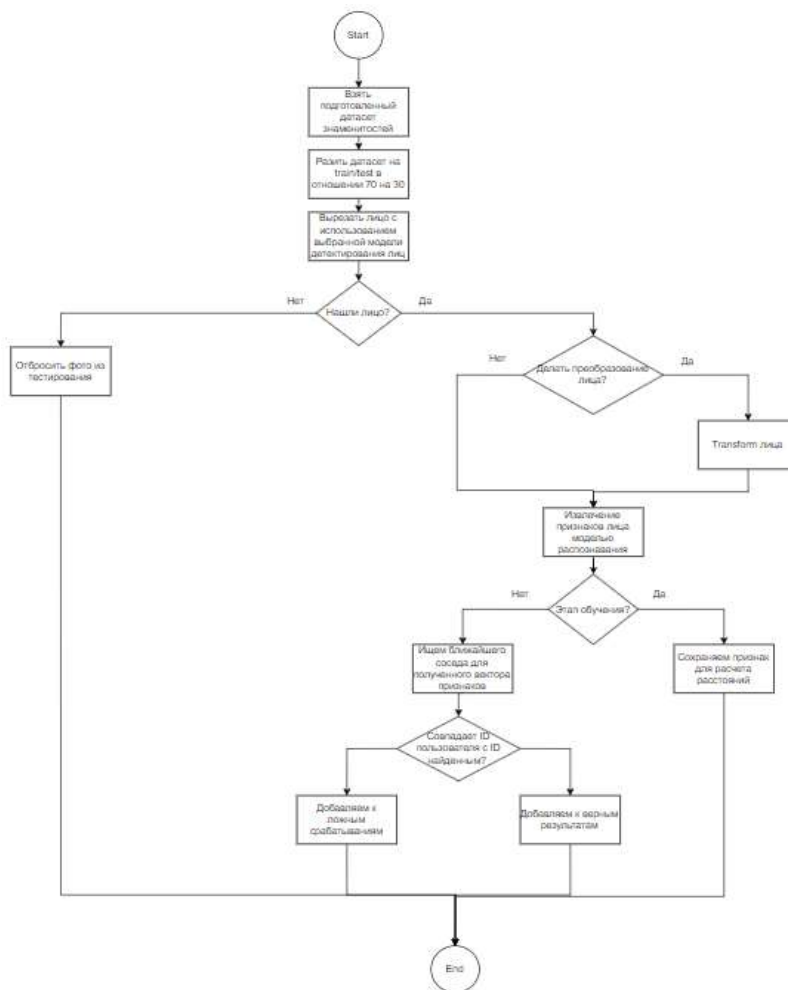


Рисунок 5. - Процесс тестирования

Результаты тестирования в Таблице 5.

Таблица 5. - Результаты тестов на датасете с Kaggle

Модель	Время получения дескриптора, мс		Доля верных предсказаний, % от общего числа фото	
	Без align	C align	Без align	C align
AdaFace R-18	63	65	95	98
AdaFace R-50	124	126	94	98
FaceTransformer Octuplet Loss	162	164	92	99
FaceNet	65	67	99	99

В итоге, была выбрана модель FaceNet [13]. Она обладает лучшей точностью на тестовом датасете и минимальным размером, среди других вариантов.

Также, важный момент при работе с моделями распознавания лиц – найти пороговое значения расстояния между дескрипторами после которого их нельзя сопоставить. Процесс нахождения данного порога одинаков для многих моделей распознавания:

1. Определяем начальное значение порога по расстоянию между векторами. Обычно 0.01;
2. Считаем долю верных предсказания при распознавании;
3. Фиксируем результат качества предсказаний;
4. Увеличиваем порог.

В результате такого итеративного подхода, будет получено пороговое значение, которое дает лучшие показатели качества. В работе использовался такой же алгоритм на тестовом датасете, что позволило получить значение 0.89. Это значит, что если расстояние между дескрипторами больше этого порога, то пользователь неизвестен.

Система хранения дескрипторов лиц

При реализации системы распознавания можно выделить два основных подхода к хранению дескрипторов лиц пользователей:

- Хранение в состояниях самого приложения – вектора можно сохранять в глобальные переменные, а при ошибке записывать в файл;
- Хранение в базе данных – вектора можно хранить в специализированных базах данных/векторных библиотеках.

В Таблице 6 приведено сравнение преимуществ и недостатков этих вариантов.

Таблица 6. - Преимущества и недостатки способов хранения векторов

Способ	Преимущества	Недостатки
В состояниях приложения	Отсутствие дополнительной зависимости	Сложность разработки
	Не тратится время на изучение нового инструмента	Высока вероятность ошибки
	Больше гибкости в реализации	Высока вероятность использования неоптимального решения
В специализированных хранилищах	Основной функционал уже реализован	Дополнительная зависимость
	Быстрая интеграция в систему	

Из анализа таблицы видно, что хранение в уже готовых вариантах стабильнее и их проще интегрировать в систему. В связи с этим, был сделан выбор именно в пользу такого подхода.

Стоит отметить, что популярность хранения векторов с каждым годом все растет, в основном из-за популярности LLM, которые также используют вектора. Основные варианты специализированных хранилищ представлены на Рисунке 6:



Рисунок 6 – Специализированные хранилища векторов

Как видно, их достаточно большое количество, однако, варианты кроме векторных библиотек не подходят для развертывания на микрокомпьютере, так как будут потреблять слишком много ресурсов, в которых ограничено данное устройство.

В результате, был сформирован ряд критериев для векторных библиотек, результаты анализа по которым представлены в Таблице 7.

Таблица 7 – Оценки по критериям 1-5

База данных	Хранение в ОЗУ	Мета информация	Поиск соседей	Open-source	Устанавливается пакетом
Qsgngt	+	-	+	+	+
Glass	+	-	+	+	+
Scann	+	-	+	+	+
Faiss	+	+	+	+	+
Vespa	+	+	+	+	-
Milvus	+	-	+	-	-
N2	+	-	+	+	+
NGT	+	-	+	+	+
Pynndescent	+	-	+	+	+
Vearch	+	+	+	+	-

Из анализа таблицы можно сделать вывод, что лучшим вариантом будет использование Faiss [14]. Сама библиотека предоставляет большой набор различных индексов и способов хранения векторов, которые позволят оптимизировать поиск ближайших соседей.

Результаты

После выбора моделей детектирования и распознавания лиц, а также, способа хранения дескрипторов, было разработано решение, которое разворачивалось на микрокомпьютере Khadas VIM4 [15]. Это достаточно мощная плата с 8 Гб ОЗУ. Отмечу, что выбор оборудования не являлся целью работы, из-за этого использовался вариант, который точно сможет поддерживать систему распознавания. Однако, в рамках работы одним из моментов было уменьшение моделей, чтобы можно было использовать менее мощное решение, что позволит сэкономить средства.

Процесс работы системы распознавания на изолированном устройстве представлен на Рисунке 7:

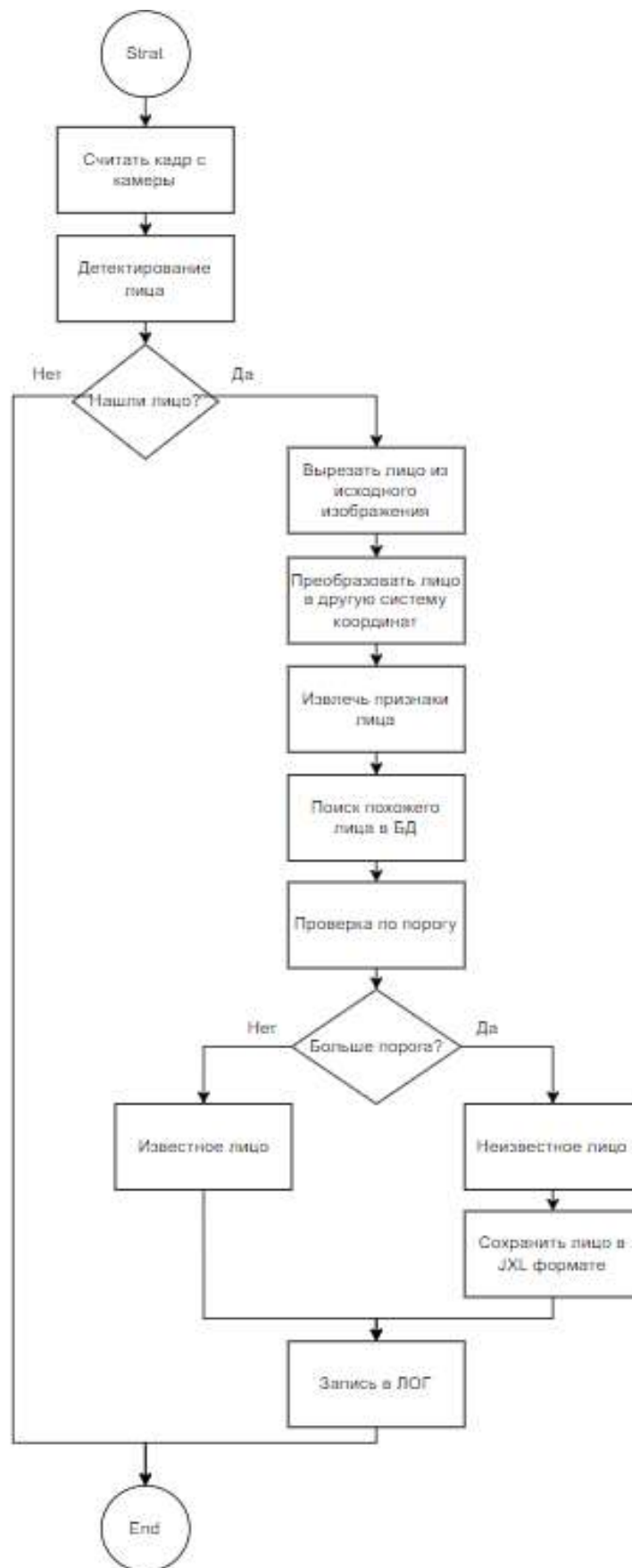


Рисунок 7 – Процесс работы системы распознавания лиц на изолированном устройстве

Единственный момент, который не был описан ранее – использование формата JXL для хранения фото пользователей, которые не прошли идентификацию. Данный формат позволяет сжимать размер изображения примерно в 2 раза без сильной потери качества [16].

После развертывания на микрокомпьютере были проведены повторные тесты качества распознавания, производительности и потребляемых ресурсов. Результаты представлены в Таблице 8.

Таблица 8. - Результат тестирования

Качество распознавания	Потребляемая память, МБ	Время работы, сек
99%	610	0.685

Вывод

В ходе работы была разработана и развернута системы распознавания лиц на микрокомпьютере для работы в изолированном контуре.

- Для реализации были проведены дополнительные исследования таких решений как:
- Модель детектирования лиц;
- Модель распознавания лиц;
- Системы хранения векторов.

При выборе модели детектирования лиц была проведена оценка производительности и дополнительное тестирование на собранном отдельно датасете, что позволило полноценно сопоставить результаты с сформированными критериями, в результате которых, был сделан выбор в пользу модели CenterFace, так как она имеет лучшую производительность среди рассмотренных вариантов, 0.063 секунды на кадр, и не уступает остальным по качеству детектирования лиц, 100 % на тестовом наборе данных.

Аналогичное тестирование было проведено для моделей распознавания лиц, однако, датасет был взят из открытых источников. Для реализации изолированного устройства была выбрана модель FaceNet из-за наилучшей метрики качества распознавания, 99% верных идентификаций, среди остальных решений и средней производительности 0.067 секунд на кадр.

Как было определено в работе, неотъемлемой частью системы распознавания является – система хранения векторов. Различные варианты хранения были рассмотрены в рамках исследования, выделены их плюсы и минусы, и сделано заключение о применимости для текущей реализации.

В результате, были получены решения, которые достигают поставленных в работе целей. Для изолированного устройства – точность распознавания выше 95%.

Список литературы

1. Системы распознавания лиц // TAdviser URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%A1%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D1%8B_%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%BF%D0%BE%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F_%D0%BB%D0%B8%D1%86_\(Facial_recognition\)](https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%A1%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D1%8B_%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%BF%D0%BE%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F_%D0%BB%D0%B8%D1%86_(Facial_recognition)).
2. Более 60 российских регионов внедриli систему распознавания лиц // Газета.ru URL: <https://www.gazeta.ru/tech/news/2023/10/24/21563059.shtml?updated>.

3. Что такое распознавание лиц – определение и описание // Kaspersky URL: <https://www.kaspersky.ru/resource-center/definitions/what-is-facial-recognition>.
4. Что такое распознавание лиц – определение и описание // Kaspersky URL: <https://www.kaspersky.ru/resource-center/definitions/what-is-facial-recognition>.
5. A Tutorial on Principal Component Analysis // CMU School of Computer Science URL: <https://www.cs.cmu.edu/~elaw/papers/pca.pdf>
6. T. Tony Cai, Rong Ma. Theoretical Foundations of t-SNE for Visualizing High-Dimensional Clustered Data // Journal of Machine Learning Research. – 2022. – Vol. 23, No. 301. – P. 1-54.
7. Lohia, Aditya; Kadam, Kalyani Dhananjay; Joshi, Rahul Raghvendra; and Bongale, Dr. Anupkumar M. Bibliometric Analysis of One-stage and Two-stage Object Detection // Library Philosophy and Practice. – 2021. – Vol. 4910.
8. WIDER FACE: A Face Detection Benchmark // Shuo Yang URL: <https://shuoyang1213.me/WIDERFACE/support/paper.pdf>.
9. Как работает инструмент вычислить точность для выявления объектов // ArcGIS Pro URL: <https://pro.arcgis.com/ru/pro-app/3.0/tool-reference/image-analyst/how-compute-accuracy-for-object-detection-works.html>
10. Wan Yan, Genke Yang, Jiliang Luo, Tao Li, and Jianan He CenterFace. Joint Face Detection and Alignment Using Face as Point // Scientific Programming Towards a Smart World. – 2020. – Vol. 2020.
11. Labeled Faces in the Wild // University of Massachusetts URL: <https://vis-www.cs.umass.edu/lfw/>.
12. Celebrity Face Image Dataset // Kaggle URL: <https://www.kaggle.com/datasets/vishesh1412/celebrity-face-image-dataset>.
13. FaceNet: A Unified Embedding for Face Recognition and Clustering // arXiv URL: <https://arxiv.org/abs/1503.03832>.
14. The Faiss library // arXiv URL: <https://arxiv.org/abs/2401.08281>.
15. KHADAS VIM4 // KHADAS URL: <https://www.khadas.com/vim4>.
16. Overview of JPEG XL // JPEG URL: <https://jpeg.org/jpegxl/index.html>.

References

1. Face recognition systems // TAdviser URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%A1%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D1%8B_%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%BF%D0%BE%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F_%D0%BB%D0%B8%D1%86_\(Facial_recognition\)](https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%A1%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D1%8B_%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%BF%D0%BE%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F_%D0%BB%D0%B8%D1%86_(Facial_recognition)).
2. More than 60 Russian regions have implemented a facial recognition system // Газета.ги URL: <https://www.gazeta.ru/tech/news/2023/10/24/21563059.shtml?updated> .
3. What is face recognition – definition and description // Kaspersky URL: <https://www.kaspersky.ru/resource-center/definitions/what-is-facial-recognition> .
4. What is face recognition – definition and description // Kaspersky URL: <https://www.kaspersky.ru/resource-center/definitions/what-is-facial-recognition> .
5. A Tutorial on Principal Component Analysis // CMU School of Computer Science URL: <https://www.cs.cmu.edu/~elaw/papers/pca.pdf>

6. T. Tony Cai, Rong Ma. Theoretical Foundations of t-SNE for Visualizing High-Dimensional Clustered Data // Journal of Machine Learning Research. – 2022. – Vol. 23, No. 301. – p. 1-54.
 7. Lohia, Aditya; Kadam, Kalyani Dhananjay; Joshi, Rahul Raghvendra; and Bongale, Dr. Anupkumar M. Bibliometric Analysis of One-stage and Two-stage Object Detection // Library Philosophy and Practice. – 2021. – Vol. 4910.
 8. WIDER FACE: A Face Detection Benchmark // Shuo Yang URL: <https://shuoyang1213.me/WIDERFACE/support/paper.pdf>.
 9. How the calculate accuracy tool works to identify objects // ArcGIS Pro URL: <https://pro.arcgis.com/ru/pro-app/3.0/tool-reference/image-analyst/how-compute-accuracy-for-object-detection-works.html>
 10. Wan Yan, Genke Yang, Jiliang Luo, Tao Li, and Jianan He CenterFace. Joint Face Detection and Alignment Using Face as Point // Scientific Programming Towards a Smart World. – 2020. – Vol. 2020.
 11. Labeled Faces in the Wild // University of Massachusetts URL: <https://vis-www.cs.umass.edu/lfw/>.
 12. Celebrity Face Image Dataset // Kaggle URL: <https://www.kaggle.com/datasets/vishesh1412/celebrity-face-image-dataset>.
 13. FaceNet: A Unified Embedding for Face Recognition and Clustering // arXiv URL: <https://arxiv.org/abs/1503.03832>.
 14. The Faiss library // arXiv URL: <https://arxiv.org/abs/2401.08281>.
 15. KHADAS VIM4 // KHADAS URL: <https://www.khadas.com/vim4>.
 16. Overview of JPEG XL // JPEG URL: <https://jpeg.org/jpegxl/index.html>.
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.057.4

ОБЗОР ОСНОВНЫХ ПРОТОКОЛОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СВЯЗИ И ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В ДАТА-ЦЕНТРЕ

Старанцова Е.В.

ФГБОУ ВО САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФЕССОРА М. А. БОНЧ-БРУЕВИЧА, Санкт-Петербург, Россия (193232, г. Санкт-Петербург, просп. Большевиков, 22, корп. 1), e-mail: kat.star00@mail.ru

В данной статье рассматриваются основные протоколы для обеспечения связи и передачи данных в дата-центре, такие как Ethernet, Fibre Channel, iSCSI и другие. Описываются основные характеристики каждого из протоколов, их преимущества и недостатки, а также области их применения в современных дата-центрах.

Ключевые слова: Дата-центр, протокол, связь, передача данных, информационная безопасность.

OVERVIEW OF THE MAIN PROTOCOLS FOR COMMUNICATION AND DATA TRANSFER IN THE DATA CENTER

Starantsova E.V.

ST. PETERSBURG STATE UNIVERSITY OF TELECOMMUNICATIONS NAMED AFTER PROFESSOR M. A. BONCH-BRUEVICH, St. Petersburg, Russia (193232, St. Petersburg, ave. Bolshhevikov, 22, bldg. 1), e-mail: kat.star00@mail.ru

This article discusses the main protocols for communication and data transmission in a data center, such as Ethernet, Fibre Channel, iSCSI, and others. It describes the key characteristics of each protocol, their advantages and disadvantages, as well as their areas of application in modern data centers.

Keywords: Data center, protocol, communication, data transmission, information security.

В центрах обработки данных (ЦОД), или дата-центрах, протоколы взаимодействуют между собой для обеспечения эффективной работы сети и передачи данных. Важно, чтобы различные протоколы взаимодействовали гармонично, чтобы обеспечить надежность, производительность и безопасность сети в ЦОД.

Взаимодействие различных протоколов в ЦОД играет важную роль в обеспечении надежной и эффективной работы сети, передачи данных, мониторинга и управления. Правильная настройка и согласование протоколов позволяет обеспечить высокую производительность, безопасность и надежность сети в ЦОД.

Протоколы передачи и хранения данных.

TCP/IP является основой для сетевой коммуникации в дата-центрах, обеспечивая передачу данных между устройствами внутри дата-центра и доступ к внешним сетям. TCP обеспечивает надежную доставку данных, контроль потока и обработку ошибок, в то время как IP отвечает за маршрутизацию и адресацию пакетов данных. TCP/IP в дата-центрах

позволяет устройствам взаимодействовать друг с другом, обмениваться информацией и работать в единой сетевой инфраструктуре. [1]

Протокол НОМА (High-speed Optimized Messaging Protocol with Adaptive Link-layer Retransmission) - это новый протокол передачи данных, разработанный для обеспечения высокой скорости передачи данных и эффективной работы в сетях с высокой нагрузкой. Протокол НОМА был разработан для оптимизации передачи данных, уменьшения задержек и повышения производительности сети. Однако важно учитывать, что протокол НОМА является новым и требует дополнительных исследований и тестирования для определения его эффективности и применимости в конкретных сценариях использования.

Протокол Ethernet - это стандартный протокол передачи данных в локальных сетях (LAN). Он определяет способы доступа к среде передачи данных, формат кадров, методы обнаружения коллизий и другие аспекты сетевой коммуникации. Ethernet используется для соединения серверов, коммутаторов, маршрутизаторов, хранилищ данных и других устройств. Он обеспечивает быструю и надежную передачу данных внутри дата-центра и между различными сегментами сети.[2]

Протокол Fibre Channel - это высокоскоростной протокол передачи данных, который широко используется в дата-центрах для создания сетей хранения данных (Storage Area Networks, SAN). Fibre Channel обеспечивает высокие скорости передачи данных, начиная от 1 Гбит/с и до 128 Гбит/с в современных реализациях, что делает его идеальным для передачи больших объемов данных, таких как виртуальные машины, базы данных и видеофайлы. Данный протокол обладает высокой надежностью и отказоустойчивостью, что позволяет создавать отказоустойчивые хранилища данных и обеспечивать доступ к данным в случае сбоев в сети или оборудовании.

FCoE - это протокол, который позволяет передавать данные Fibre Channel по сети Ethernet, объединяя преимущества Fibre Channel и Ethernet в единой сети. FCoE широко используется для упрощения инфраструктуры хранения данных в ЦОД.[3]

Протокол iSCSI позволяет устройствам, таким как серверы или рабочие станции, получать доступ к удаленным блочным устройствам хранения данных через сеть TCP/IP. Это позволяет создавать распределенные хранилища данных и обеспечивать удаленный доступ к данным в дата-центрах.

Протокол NFS позволяет клиентам обращаться к удаленным файловым системам через сеть. Он широко используется для обмена файлами и данных между серверами и клиентами.

Протокол SMB используется для обмена файлами и печати в сетях Windows. Он обеспечивает доступ к общим ресурсам и файлам на серверах в ЦОД.

Протоколы передачи и хранения данных используются для эффективной передачи информации и обмена данными между устройствами в ЦОД. Они обеспечивают высокую производительность, надежность, скорость и эффективность передачи данных в сети. Помимо этого, данные протоколы обеспечивают различные способы организации, доступа и управления данными в ЦОД, что позволяет администраторам эффективно управлять хранилищами данных, обеспечивая высокую производительность, надежность и доступность данных.[5]

Протоколы мониторинга и управления

Протоколы мониторинга, такие как SNMP, используются для мониторинга состояния сетевых устройств и сбора статистики о работе сети. Протоколы управления, такие как SSH, Telnet, используются для удаленного управления сетевыми устройствами.

Протокол SNMP позволяет администраторам мониторить состояние сетевых устройств, таких как маршрутизаторы, коммутаторы, серверы и другие, в реальном времени. Он предоставляет информацию о загрузке сети, использовании ресурсов, ошибках и других параметрах, необходимых для эффективного управления сетью. SNMP также позволяет администраторам управлять сетевыми устройствами, изменять их конфигурацию, включать и выключать порты, настраивать параметры сети и т.д. Это обеспечивает гибкость и контроль над работой сети в дата-центрах. SNMP позволяет собирать и анализировать статистику о работе сети, такую как количество переданных данных, количество ошибок, время отклика устройств и другие параметры. Это помогает администраторам выявлять проблемы в сети, оптимизировать ее работу и принимать решения на основе данных. [5]

SSH используется для безопасного удаленного управления серверами и сетевыми устройствами. Он обеспечивает шифрование данных и аутентификацию пользователей при удаленном доступе к устройствам в ЦОД.

Протоколы HTTP и HTTPS используются для удаленного управления и мониторинга веб-интерфейсов устройств и приложений в ЦОД. Они позволяют администраторам получать доступ к веб-интерфейсам для управления и настройки устройств.

API позволяют программам и системам взаимодействовать между собой для автоматизации процессов управления и мониторинга в ЦОД. Они облегчают интеграцию различных систем и создание собственных скриптов и приложений для управления инфраструктурой ЦОД.

IPMI предоставляет стандартизированный интерфейс для удаленного управления серверами и устройствами аппаратного уровня в ЦОД. Он позволяет мониторить состояние оборудования, управлять питанием, температурой и другими параметрами.

Протоколы безопасности

SSL и его последующий преемник TLS используются для обеспечения шифрования данных во время передачи между клиентом и сервером. IPsec обеспечивает безопасную передачу данных на уровне сети, защищая IP-трафик от перехвата, подделки и вмешательства. Протокол Kerberos используется для аутентификации пользователей и устройств в сети. Он обеспечивает безопасный механизм аутентификации и управления учетными записями.

Эти протоколы обеспечивают конфиденциальность, целостность и аутентификацию данных. Они играют важную роль в защите информации и предотвращении несанкционированного доступа.

Список литературы

1. Центры обработки данных сегодня и завтра [Электронный ресурс] //URL: <http://compress.ru/Article.aspx?id=18329>
2. TCP — плохой вариант для дата-центров. Встречайте новый протокол Noma [Электронный ресурс]

//URL: <https://habr.com/ru/companies/dcmiran/articles/699024/>

3. Фингар П. DOT.CLOUD. Облачные вычисления — бизнес платформа XXI века. — М.: Акваринная книга, 2011.
4. Смелянский Р. Программно-конфигурируемые сети. Открытые системы. СУБД, №9, 2012.\
5. ГаньжаД. На пути к программно определяемому центру обработки данных, Журнал сетевых решений/LAN, №7-8, 2016, [Электронный ресурс]. URL: <https://www.osp.ru/lan/2016/07-08/13050118>

References

1. Data processing centers today and tomorrow [Electronic resource] //URL: <http://compress.ru/Article.aspx?id=18329>
 2. TCP is a bad option for data centers. Meet the new Homa protocol [Electronic resource] //URL: <https://habr.com/ru/companies/dcmiran/articles/699024/>
 3. Fingar P. DOT.CLOUD. Cloud computing is a business platform of the XXI century. — М.: Aquamarine book, 2011.
 4. Smelyansky R. Software-configurable networks. Open systems. DBMS, No.9, 2012.\
 5. Ganjad. On the way to a software-defined data processing center, Journal of Network Solutions/LAN, No.7-8, 2016, [Electronic resource]. URL: <https://www.osp.ru/lan/2016/07-08/13050118>
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.23

АРХИТЕКТУРА RISC-V

Полежаева М.В., Кенжина Д.С., ¹Нерпин Е.С., Сафонова Т.В., ²Мокряк А.В.

ФГБОУ ВО "РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ" Санкт-Петербург, Россия (192007, город Санкт-Петербург, Воронежская ул., д. 79) e-mail: ¹nerpin.evgeniy@gmail.com

²ФГБОУ ВО "САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ МИНИСТЕРСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ ИМЕНИ ГЕРОЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ГЕНЕРАЛА АРМИИ Е.Н.ЗИНИЧЕВА", Санкт-Петербург, Россия (196105, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д.149), e-mail: mokryakanna@mail.ru

RISC-V (сокращение от Reduced Instruction Set Computing - V) - это открытая, модульная архитектура процессоров, которая стала одним из наиболее популярных и широко используемых стандартов в современной компьютерной технологии. Разработанная в Университете Беркли в Калифорнии, архитектура RISC-V ставит целью предоставить простую, эффективную и гибкую архитектуру процессора, которая может быть использована в широком спектре устройств от мобильных телефонов до серверов и специализированных систем. В статье рассматриваются ключевые особенности и преимущества архитектуры RISC-V. Обсуждается ее гибкая и расширяемая структура, позволяющая адаптировать процессоры RISC-V для широкого спектра приложений - от встраиваемых систем до высокопроизводительных вычислений.

Ключевые слова: RISC-V, открытая архитектура процессоров, открытый доступ, компьютерные чипы, встраиваемые системы, высокопроизводительные вычисления, экосистема RISC-V, снижение затрат, повышение инноваций.

RISC-V ARCHITECTURE

Polezhaeva M.V., Kenzhina D.S., ¹Nerpin E.S., Safonova T.V., ²Mokryak A.V.

RUSSIAN STATE HYDROMETEOROLOGICAL UNIVERSITY, St. Petersburg, Russia (192007, St. Petersburg, Voronezhskaya str., 79), e-mail: ¹nerpin.evgeniy@gmail.com

²ST. PETERSBURG UNIVERSITY OF THE STATE FIRE SERVICE OF THE MINISTRY OF THE RUSSIAN FEDERATION FOR CIVIL DEFENSE, EMERGENCIES AND ELIMINATION OF CONSEQUENCES OF NATURAL DISASTERS NAMED AFTER THE HERO OF THE RUSSIAN FEDERATION, GENERAL OF THE ARMY E.N. ZINICHEV, St. Petersburg, Russia (196105, St. Petersburg, Moskovsky prospekt, 149), e-mail: ¹mokryakanna@mail.ru

RISC-V (short for Reduced Instruction Set Computing - V) is an open, modular processor architecture that has become one of the most popular and widely used standards in modern computer technology. Developed at the University of Berkeley in California, the RISC-V architecture aims to provide a simple, efficient and flexible processor architecture that can be used in a wide range of devices from mobile phones to servers and specialised systems. This article discusses the key features and advantages of the RISC-V architecture. Its flexible and extensible structure is discussed, allowing RISC-V processors to be customised for a wide range of applications from embedded systems to high-performance computing.

Keywords: RISC-V, open processor architecture, open access, computer chips, embedded systems, high performance computing, RISC-V ecosystem, cost reduction, innovation enhancement.

Введение

В последние годы архитектура RISC-V привлекает все больше внимания в области вычислительной техники. RISC-V представляет собой открытый набор инструкций для проектирования компьютерных чипов, доступный для свободного использования без необходимости платить лицензионные отчисления. В отличие от традиционных проприетарных архитектур процессоров, RISC-V предлагает уникальный подход, основанный на принципах открытости и масштабируемости.

Эта революционная архитектура предоставляет разработчикам больше свободы и гибкости в создании процессорных систем, адаптированных под конкретные потребности. Благодаря своей модульной структуре и расширяемости, RISC-V может применяться в широком спектре приложений - от встраиваемых систем до высокопроизводительных вычислений. Растущая экосистема RISC-V, включающая множество компаний, исследовательских групп и энтузиастов, способствует быстрому развитию этой архитектуры и открывает новые возможности для инноваций.

Данная статья исследует ключевые особенности и преимущества RISC-V, анализирует факторы, стоящие за ее растущей популярностью, а также рассматривает перспективы влияния этой открытой архитектуры на индустрию полупроводников и вычислительные технологии в целом.

Основы архитектуры RISC-V

RISC-V — это открытая, опенсорсная архитектура набора команд (ISA), которая основана на концепции компьютера с сокращенным набором команд (RISC). Архитектура ISA представляет собой абстрактную модель компьютера, определяющую базовый набор инструкций - фундаментальных операций с описанием их применения. Эти инструкции служат связующим звеном между аппаратным обеспечением и программным обеспечением.

В отличие от закрытых, проприетарных архитектур, RISC-V включает в себя 47 базовых инструкций, к которым можно свободно добавлять дополнительные расширения. Такая открытая, модульная структура позволяет разработчикам адаптировать и масштабировать RISC-V для реализации широкого спектра вычислительных приложений - от встраиваемых систем до высокопроизводительных решений.

Открытый характер RISC-V и возможность свободного использования без лицензионных отчислений делают эту архитектуру привлекательной для разработчиков, исследовательских групп и компаний, стремящихся к инновациям и сокращению затрат. Растущая экосистема RISC-V способствует дальнейшему развитию и распространению этой открытой архитектуры набора команд [1].

Основная цель RISC-V – предложить гибкую, расширяемую и свободную от лицензионных ограничений платформу для проектирования процессорных систем, стимулируя тем самым инновации и развитие открытых вычислительных технологий.

История создания архитектуры RISC-V

Идея RISC-V появилась в 2010 году в Калифорнийском университете Беркли в США, где ученые, включая Дэвида Паттерсона, исследовали концепцию RISC. В отличие от

академических проектов, ориентированных на образование, RISC-V изначально разрабатывался для широкого применения в вычислительных системах.

В 2015 году был создан международный фонд RISC-V и ассоциация со штаб-квартирой в Швейцарии, чтобы развивать, стандартизировать и продвигать RISC-V. В 2018 году фонд RISC-V начал партнерство с The Linux Foundation.

Фонд RISC-V включает представителей компаний из разных стран, в том числе двух российских разработчиков процессорных ядер (Syntacore и CloudBEAR) и двух разработчиков системного ПО (Альт Линукс и Астра Линукс).

В 2022 году компания Intel инвестировала 1 миллиард долларов в развитие RISC-V и вошла в руководство фонда. Также в 2022 году в России был образован Альянс RISC-V. По состоянию на конец 2022 года, 13 из 25 мест в совете директоров RISC-V занимают китайские компании и организации, с ведущей ролью Китайской академии наук [2].

Преимущества и недостатки архитектуры RISC-V

Преимущества архитектуры RISC-V:

- Простота и доступность для изучения

RISC-V представляет собой небольшой и простой в изучении набор команд RISC-архитектуры, что делает его привлекательным для тех, кто интересуется получением знаний о микропроцессорах.

- Возможности для высокопроизводительных реализаций

Продуманная структура RISC-V позволяет разработчикам процессоров создавать высокопроизводительные микропроцессоры на основе этой ISA.

- Доступность для любителей

Благодаря отсутствию лицензионных отчислений и ориентации на простую аппаратную реализацию, даже увлеченный любитель может за приемлемое время разработать собственную конструкцию процессора на базе RISC-V [3].

- Открытость экосистемы

RISC-V обладает открытой и инклюзивной экосистемой, в которую входят представители компаний и организаций из разных стран, включая российских разработчиков процессорных ядер и системного ПО [4].

Недостатки архитектуры RISC-V:

- Недостаток зрелости экосистемы

RISC-V, будучи относительно новой архитектурой, пока не достигла уровня зрелости и комплексности экосистемы, доступной для более устоявшихся архитектур, таких как x86 или ARM.

- Фрагментация и несогласованность

Открытая природа RISC-V может привести к фрагментации и несогласованности между различными реализациями, что может усложнить разработку совместимого программного обеспечения.

- Безопасность и доверие

Поскольку RISC-V является открытой архитектурой, могут возникать вопросы относительно безопасности и доверия к ней, особенно в критически важных приложениях.

Архитектура RISC-V

- Базовые расширения:

RV32I - 32-битный базовый набор команд RISC-V;

RV64I - 64-битный базовый набор команд RISC-V.

Базовые расширения определяют минимальный набор инструкций, обязательный для всех реализаций RISC-V.

- Дополнительные необязательные расширения:

M - расширение для операций с целыми числами (умножение, деление);

A - расширение для атомарных операций в памяти;

F - расширение для операций с плавающей запятой одинарной точности;

D - расширение для операций с плавающей запятой двойной точности;

C - расширение для сжатых (16-битных) инструкций;

Другие расширения: векторные вычисления, криптография, машинное обучение и др.

[5].

- 1) Механизмы обработки исключений и прерываний

RISC-V определяет единый механизм обработки исключений и прерываний. Исключения обрабатываются процессором и могут быть вызваны ошибками в программе или событиями аппаратного обеспечения. Прерывания позволяют асинхронно обрабатывать внешние события, такие как таймеры, ввод-вывод и др. Архитектура предоставляет расширяемые механизмы для гибкой обработки исключений и прерываний.

- 2) Регистры и конвейер

RISC-V использует 32 общих регистра общего назначения (x0-x31)

Регистр x0 является постоянным нулем и используется для специальных целей.

Архитектура предполагает наличие многоступенчатого конвейера для повышения производительности [6].

- 3) Память и ввод-вывод

RISC-V определяет унифицированное адресное пространство для памяти и ввода-вывода. Доступ к памяти и устройствам ввода-вывода осуществляется через загрузку/сохранение.

Применение и использование архитектуры RISC-V

Область применения:

- Встроенные системы и Интернет вещей (Низкое энергопотребление, простота реализации и гибкость RISC-V идеально подходят для встроенных устройств).
- Центры обработки данных и высокопроизводительные вычисления (масштабируемость RISC-V позволяет использовать ее в мощных серверных процессорах).
- Мобильные и потребительские устройства (RISC-V может использоваться в ноутбуках, смартфонах и другой потребительской электронике).
- Системы искусственного интеллекта и машинного обучения (расширяемость RISC-V позволяет оптимизировать ее для задач ИИ и машинного обучения) [7, 8].

Примеры существующих и разрабатываемых решений на базе RISC-V:

- SiFive - одна из первых компаний, предлагающих ядра RISC-V для различных применений;
- NVIDIA использует RISC-V в своих системах-на-кристалле Tegra;

- Huawei разрабатывает собственные RISC-V процессоры для мобильных устройств;
- В области высокопроизводительных вычислений ведутся работы над проектами RISC-V, такими как SweRV и SHAKTI;
- Множество стартапов и энтузиастов разрабатывают уникальные RISC-V решения [9].

Перспективы дальнейшего развития и расширения использования

Ожидается дальнейшее расширение экосистемы RISC-V, включая более широкий набор IP-блоков, инструментов и операционных систем. RISC-V имеет большой потенциал для использования в областях, где требуются низкая стоимость, энергоэффективность и гибкость. По мере роста зрелости RISC-V и расширения ее возможностей, ожидается увеличение доли рынка, занимаемой этой архитектурой [10].

Выводы

RISC-V представляет собой новаторскую и многообещающую архитектуру открытого ISA, которая уже привлекает внимание широкого круга разработчиков, от энтузиастов до крупных технологических компаний. Ключевые принципы RISC-V, такие как простота, модульность, открытость и ориентация на эффективную аппаратную реализацию, определяют ее основные преимущества.

Возможность гибкого расширения базового набора команд под различные требования приложений делает RISC-V универсальной и масштабируемой. Она успешно применяется в широком спектре областей - от встроенных систем и Интернета вещей до высокопроизводительных вычислений и систем искусственного интеллекта.

По мере развития экосистемы RISC-V, включая рост доступных IP-блоков, инструментов разработки и операционных систем, ожидается дальнейшее расширение областей применения этой архитектуры. Открытость, гибкость и перспективы RISC-V способствуют ее активному внедрению в качестве альтернативы традиционным проприетарным ISA, особенно в тех случаях, где требуются низкая стоимость, энергоэффективность и возможность адаптации под конкретные задачи.

Таким образом, RISC-V является важной вехой в развитии вычислительных архитектур, предлагая инновационный и перспективный подход, который обещает значительно повлиять на будущее проектирования микропроцессоров и встроенных систем.

Список литературы

1. Что такое RISC-V и когда появится Java-порт? URL: <https://axiomjdk.ru/announcements/2022/05/18/what-is-risc-v-and-when-is-the-java-port-coming/> (Дата обращения: 13.05.2024)
2. RISC-V URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/RISC-V> (Дата обращения: 13.05.2024)
3. Гениальность микропроцессоров RISC-V URL: <https://habr.com/ru/companies/vdsina/articles/534542/> (Дата обращения: 14.05.2024)
4. RISC-V: открытая, гибкая и инновационная процессорная архитектура, ведущая в будущее URL: https://dzen.ru/a/ZTdZR_bDnyTz8PDy (Дата обращения: 14.05.2024)

5. Разъяснения базовых наборов и расширений RISC-V URL: <https://cnx-software.ru/2019/08/28/razyasneniya-bazovyh-naborov-i-rasshirenij-risc-v/> (Дата обращения: 13.05.2024)
6. Исключения и прерывания URL: https://www.rotr.info/electronics/mcu/arm_exception.htm (Дата обращения: 13.05.2024)
7. Почему RISC-V? Лекция Вячеслава Полонского URL: <https://habr.com/ru/companies/samsung/articles/668810/> (Дата обращения: 28.05.2024)
8. Мошуров В.М., Сафонова Т.В., Вершинин А.К., Ясников А.И., Логинов И.С. Область применения агентных платформ Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. 2023. № 1 (45). С. 46-52.
9. Булгакова А.В., Сафонова Т.В., Диденко А.Ю. Этапы разработки и внедрения нейронной сети в проект Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. 2023. № 1 (45). С. 87-92.
10. Попов В.Н., Сафонова Т.В., Кутикова В.С. Применение методики составных приложений в области разработки приложений Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. 2023. № 2 (46). С. 20-24.

References

1. What is RISC-V and when will the Java port appear? URL: <https://axiomjdk.ru/announcements/2022/05/18/what-is-risc-v-and-when-is-the-java-port-coming/> (Date of application: 05/13/2024)
2. RISC-V URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/RISC-V> (Date of application: 05/13/2024)
3. The genius of RISC-V microprocessors URL: <https://habr.com/ru/companies/vdsina/articles/534542/> (Date of request: 05/14/2024)
4. RISC-V: an open, flexible and innovative processor architecture leading to the future URL: https://dzen.ru/a/ZTdZR_bDnyTz8PDy (Date of application: 05/14/2024)
5. Explanations of the basic RISC-V URL sets and extensions: <https://cnx-software.ru/2019/08/28/razyasneniya-bazovyh-naborov-i-rasshirenij-risc-v/> (Date of request: 05/13/2024)
6. URL exceptions and interrupts: https://www.rotr.info/electronics/mcu/arm_exception.htm (Date of application: 05/13/2024)
7. Why RISC-V? Lecture by Vyacheslav Polonsky URL: <https://habr.com/ru/companies/samsung/articles/668810/> (Date of request: 05/28/2024)
8. Moshurov V.M., Safonova T.V., Vershinin A.K., Yasnikov A.I., Loginov I.S. The field of application of agent platforms Information technologies and systems: management, economics, transport, law. 2023. No. 1 (45). pp. 46-52.
9. Bulgakova A.V., Safonova T.V., Didenko A.Yu. Stages of development and implementation of a neural network in the Information technologies and systems project: management, economics, transport, law. 2023. No. 1 (45). pp. 87-92.

10. Popov V.N., Safonova T.V., Kutikova V.S. Application of the methodology of composite applications in the field of application development Information technologies and systems: management, economics, transport, law. 2023. No. 2 (46). pp. 20-24.
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.8

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Полежаева М.В., Кенжина Д.С., ¹Нерпин Е.С., Сафонова Т.В., ²Мокряк А.В.

ФГБОУ ВО "РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ" Санкт-Петербург, Россия (192007, город Санкт-Петербург, Воронежская ул., д. 79) e-mail: ¹nerpin.evgeniy@gmail.com

²ФГБОУ ВО "САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ МИНИСТЕРСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ ИМЕНИ ГЕРОЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ГЕНЕРАЛА АРМИИ Е.Н.ЗИНИЧЕВА", Санкт-Петербург, Россия (196105, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д.149), e-mail: mokryakanna@mail.ru

В данной статье рассматриваются нейросети для генерации изображений, их основные принципы работы, методы обучения, примеры применения, а также этические и социальные аспекты. Описаны ключевые архитектуры и алгоритмы, такие как GAN, VAE и Diffusion Models, и их применение в различных областях, включая искусство, дизайн, медицину и маркетинг. Также обсуждаются проблемы авторских прав, создание поддельных изображений (deepfake), влияние на рынок труда и предвзятость данных. Статья подчеркивает необходимость разработки нормативных и правовых рамок для этичного и безопасного использования данных технологий.

Ключевые слова: Нейросети, генерация изображений, глубокое обучение, GAN, VAE, Diffusion Models, искусство, дизайн, медицина, маркетинг, этика, социальные аспекты, авторские права, deepfake, предвзятость данных

USING A NEURAL NETWORK TO GENERATE IMAGES

Polezhaeva M.V., Kenzhina D.S., ¹Nerpin E.S., Safonova T.V., ²Mokryak A.V.

RUSSIAN STATE HYDROMETEOROLOGICAL UNIVERSITY, St. Petersburg, Russia (192007, St. Petersburg, Voronezhskaya str., 79), e-mail: ¹nerpin.evgeniy@gmail.com

²ST. PETERSBURG UNIVERSITY OF THE STATE FIRE SERVICE OF THE MINISTRY OF THE RUSSIAN FEDERATION FOR CIVIL DEFENSE, EMERGENCIES AND ELIMINATION OF CONSEQUENCES OF NATURAL DISASTERS NAMED AFTER THE HERO OF THE RUSSIAN FEDERATION, GENERAL OF THE ARMY E.N. ZINICHEV, St. Petersburg, Russia (196105, St. Petersburg, Moskovsky prospekt, 149), e-mail: ¹mokryakanna@mail.ru

This article discusses neural networks for image generation, their basic principles of operation, teaching methods, application examples, as well as ethical and social aspects. Key architectures and algorithms such as GAN, VAE, and Diffusion Models are described, and their applications in various fields, including art, design, medicine, and marketing. Copyright issues, the creation of fake images (deepfake), the impact on the labor market and data bias are also discussed. The article emphasizes the need to develop a regulatory and legal framework for the ethical and safe use of these technologies.

Keywords: Neural networks, image generation, deep learning, GAN, VAE, Diffusion Models, art, design, medicine, marketing, ethics, social aspects, copyright, deepfake, data bias.

Введение

За последние годы нейронные сети для генерации изображений стали одной из самых обсуждаемых и быстроразвивающихся областей в искусственном интеллекте. Благодаря достижениям в области глубокого обучения, современные алгоритмы могут создавать изображения, которые поразительно похожи на реальные. Эти технологии открывают новые возможности для креативных индустрий, таких как искусство, дизайн, кино и реклама, позволяя создавать оригинальные произведения, которые ранее были немислимы без участия человека.

Основная идея заключается в том, что нейросеть обучается на огромных массивах данных — изображениях, которые она анализирует и на основе которых она учится создавать новые. Эти нейросети, используя сложные архитектуры и алгоритмы, способны «понимать» и воспроизводить различные аспекты изображений: от базовых форм и цветов до сложных текстур и деталей.

Эти инновации привлекают внимание не только исследователей и разработчиков, но и широкой общественности, вызывая как восхищение, так и вопросы. Важно понимать, как именно работают эти технологии, какие алгоритмы лежат в их основе и какие перспективы они открывают для будущего.

В этой статье мы рассмотрим основные принципы работы нейросетей для генерации изображений и узнаем о наиболее популярных архитектурах и примерах их применения.

Функциональные особенности работы нейронных сетей

Нейросети, или нейронные сети, представляют собой вычислительные модели, вдохновленные структурой и функционированием мозга. Они состоят из множества взаимосвязанных узлов, называемых нейронами, которые работают совместно для обработки и анализа информации. Каждый нейрон принимает входные сигналы, обрабатывает их и передает результаты на следующие нейроны. Нейронные сети способны решать широкий спектр задач, от классификации данных до создания сложных изображений [1].

Основные принципы глубокого обучения

Глубокое обучение — это подмножество машинного обучения, которое использует многослойные нейронные сети для анализа данных. Основное отличие глубокого обучения от традиционных методов заключается в использовании глубоких архитектур, состоящих из большого числа слоев (иногда сотен или даже тысяч). Эти слои могут обнаруживать иерархические представления данных, начиная от простых признаков (например, краев на изображениях) и заканчивая сложными структурами (например, лицами или объектами).

Ключевые концепции глубокого обучения:

1. Слои нейронной сети:
 - входной слой: принимает исходные данные (например, изображение).
 - скрытые слои: обрабатывают данные и извлекают признаки. Могут быть как простыми (полносвязные слои), так и специализированными (сверточные слои для обработки изображений).
 - выходной слой: выдаёт результат работы сети (например, классификация или сгенерированное изображение) [2].
2. Обучение:

- обучающие данные: набор данных, на которых сеть обучается. В случае генерации изображений это могут быть тысячи и миллионы изображений.
- функция потерь: мера ошибки сети, показывающая, насколько её вывод отличается от ожидаемого результата. Например, для задачи генерации изображений это может быть разница между реальным и сгенерированным изображением.
- оптимизация: процесс настройки весов нейронов для минимизации функции потерь. Обычно используется алгоритм обратного распространения ошибки в сочетании с методами оптимизации, такими как градиентный спуск.

3. Гиперпараметры: параметры модели, которые не обучаются непосредственно, а настраиваются перед началом обучения. Примеры гиперпараметров включают скорость обучения, количество слоев и нейронов в каждом слое [1].

Преимущества глубокого обучения

Глубокое обучение позволяет нейросетям автоматически извлекать признаки и шаблоны из данных, минимизируя необходимость ручного выбора признаков. Это делает его особенно мощным инструментом для обработки больших и сложных наборов данных, таких как изображения, аудио и текст. Благодаря способности обучаться на огромных объемах данных и адаптироваться к сложным задачам, глубокое обучение стало основой для многих современных достижений в области искусственного интеллекта, включая генерацию изображений.

Обучение нейронных сетей для генерации изображений

- Сбор и подготовка данных

Сбор и подготовка данных являются первым и ключевым этапом в обучении нейросети для генерации изображений, поскольку качество и разнообразие данных напрямую влияют на результаты. Источники данных могут быть разнообразными: изображения можно собирать из интернета, использовать базы данных изображений, такие как ImageNet и COCO, или создавать вручную. Для успешного обучения нейросетей требуются большие объемы данных, обычно в тысячах или даже миллионах изображений.

После сбора данных необходимо их подготовить. Один из важных методов подготовки — аугментация данных, которая увеличивает разнообразие обучающих данных и улучшает обобщающую способность модели. Аугментация включает такие методы, как повороты, сдвиги, масштабирование, изменение яркости и контрастности изображений. В некоторых случаях требуется разметка данных, чтобы нейросеть могла лучше понять структуру и содержимое изображений. Это особенно важно для задач сегментации или распознавания объектов. Нормализация данных также является важным шагом, включающим преобразование данных в единый формат и масштаб, например, изменение размера изображений и нормализацию пиксельных значений, что облегчает их обработку нейросетью [2].

- Алгоритмы и модели глубокого обучения

Для генерации изображений используются несколько ключевых архитектур и алгоритмов глубокого обучения.

Generative Adversarial Networks (GANs) состоят из двух нейросетей — генератора и дискриминатора. Генератор создает изображения, а дискриминатор оценивает их качество. В процессе обучения генератор стремится создавать изображения, неотличимые от реальных, в

то время как дискриминатор учится отличать реальные изображения от сгенерированных. Обе сети обучаются одновременно, соревнуясь друг с другом. Существует множество вариантов GAN, включая Conditional GAN (cGAN), StyleGAN и CycleGAN, каждый из которых решает специфические задачи генерации изображений [3].

Variational Autoencoders (VAEs) также состоят из двух частей — энкодера и декодера. Энкодер сжимает изображение в латентное пространство, а декодер восстанавливает его из этого латентного представления. Модель обучается минимизировать разницу между входным изображением и восстановленным, а также регуляризовать латентное пространство для обеспечения плавного и непрерывного представления данных. VAEs отлично подходят для генерации изображений, поскольку эффективно моделируют сложные распределения данных и обеспечивают плавные переходы между сгенерированными изображениями [4].

Diffusion Models генерируют изображения путем пошагового удаления шума из случайного шума с использованием обученных нейросетей, которые предсказывают, как должны выглядеть изображения на каждом шаге. Модель обучается добавлять шум к изображениям и затем восстанавливать их из зашумленных версий. Одним из популярных примеров является модель Denoising Diffusion Probabilistic Models (DDPM) [5].

Обучающие задачи для этих моделей включают генерацию реалистичных изображений и создание стилизованных изображений. В случае обучения GAN на большом наборе реальных изображений, цель состоит в генерации новых, фотореалистичных изображений. VAEs также могут быть обучены на изображениях для создания нового контента, соответствующего общей структуре и стилю исходных данных. Для создания стилизованных изображений можно использовать StyleGAN, который обучается на изображениях определенного стиля, например, картин известных художников, и создает новые изображения в этом стиле. CycleGAN, в свою очередь, обучается преобразовывать изображения из одного стиля в другой, например, из фотографий в картины.

Обучение нейросетей для генерации изображений включает в себя несколько ключевых этапов: сбор и подготовку данных, выбор и настройку алгоритмов и моделей глубокого обучения, а также проведение множества экспериментов для достижения наилучших результатов. Благодаря современным достижениям в области глубокого обучения, нейросети способны создавать изображения, которые поразительно реалистичны и разнообразны, открывая новые горизонты для творчества и инноваций.

Примеры использования

Нейронные сети для генерации изображений находят широкое применение в различных сферах, от искусства и дизайна до медицины и развлечений. В мире цифрового искусства нейросети, такие как GAN, позволяют художникам создавать уникальные произведения, которые поражают своей оригинальностью и глубиной. Например, приложения вроде DeepArt позволяют пользователям превращать свои фотографии в произведения, выполненные в стиле известных художников, что открывает новые горизонты для самовыражения и креативности [6].

В области дизайна и моды генеративные модели помогают создавать новые узоры и модели одежды. Компании, такие как NVIDIA, активно используют GAN для генерации инновационных дизайнов одежды и аксессуаров, что значительно ускоряет процесс разработки и позволяет предлагать потребителям уникальные продукты. Аналогично, в

архитектуре нейросети применяются для создания новых проектов зданий и интерьеров, предлагая нестандартные решения и инновационные подходы, которые иначе могли бы быть упущены [7].

Генерация фотореалистичных изображений — еще одно важное направление. С помощью технологий, таких как StyleGAN, можно создавать изображения людей, которые не существуют в реальности, что находит применение в маркетинге, киноиндустрии и других областях. Кроме того, нейросети способны восстанавливать поврежденные фотографии, заполняя утраченные части с высоким уровнем реализма, что особенно ценно в реставрации исторических изображений [7].

Не менее впечатляющими являются возможности нейросетей в создании видео. Модели, такие как Vid2Vid, позволяют генерировать реалистичные видеоролики на основе заданных условий, что может быть полезно в анимации и кино. Технологии deepfake позволяют заменять лица в видео, что используется как в развлекательных целях, так и в негативных, таких как распространение дезинформации [7].

В игровой индустрии и виртуальной реальности нейросети играют важную роль в создании контента. Они могут автоматически генерировать ландшафты, текстуры и объекты для игровых миров, что значительно сокращает время и усилия, необходимые для их разработки. Виртуальные персонажи и аватары могут быть сгенерированы на основе предпочтений пользователей, создавая уникальный и персонализированный опыт.

Медицина также выигрывает от применения генеративных нейросетей. В области медицинской визуализации нейросети улучшают качество изображений, таких как МРТ и КТ, что помогает в ранней диагностике заболеваний. Кроме того, генеративные модели помогают создавать синтетические данные для обучения других медицинских алгоритмов, что повышает точность диагностики и лечения.

В маркетинге и рекламе нейросети позволяют создавать оригинальные рекламные изображения и видео, соответствующие брендовым стандартам. Они также могут анализировать эффективность рекламных кампаний и предлагать оптимальные визуальные и текстовые решения для привлечения клиентов. Генерация A/B тестов с различными вариантами контента помогает определить наилучшие стратегии для достижения маркетинговых целей.

Таким образом, генеративные нейросети открывают множество возможностей для инноваций в самых разных областях. Эти технологии не только ускоряют и упрощают процессы создания контента, но и позволяют достигать результатов, которые ранее были невозможны, что делает их незаменимым инструментом в современном мире.

Этические и социальные аспекты

Использование нейросетей для генерации изображений приносит не только значительные выгоды, но и вызывает множество этических и социальных вопросов. Одной из наиболее острых проблем является вопрос авторских прав. Поскольку нейросети обучаются на огромных наборах данных, включающих защищенные авторским правом изображения, возникает вопрос о законности использования этих данных. Нередко для обучения нейросетей используются изображения без разрешения их владельцев, что может нарушать авторские права и приводить к юридическим последствиям. Важно определить, кто является владельцем прав на сгенерированное изображение — разработчик модели, алгоритм или кто-то другой.

Ещё одной серьёзной проблемой является возможность создания поддельных изображений и видео, известных как deepfake. Эти технологии могут использоваться для создания фальшивых новостей, компрометирующих видеозаписей и другой дезинформации, что может нанести значительный вред как отдельным людям, так и обществу в целом. Deepfake могут подрывать доверие к медиа, усложнять различение правды и лжи и использоваться в политических целях для манипуляции общественным мнением. Это требует разработки надежных методов для обнаружения поддельных материалов и создания законодательных рамок, регулирующих их использование.

Кроме того, нейросети для генерации изображений могут оказывать влияние на рынок труда. Автоматизация процессов создания контента может привести к сокращению рабочих мест в креативных индустриях, таких как дизайн, фотография и маркетинг. Это вызывает беспокойство среди профессионалов, которые могут оказаться замененными алгоритмами. С другой стороны, эти технологии также могут создавать новые рабочие места и возможности, требующие навыков работы с нейросетями и глубоким обучением [8].

Также стоит отметить проблему biases, или предвзятости, в данных, на которых обучаются нейросети. Если обучающие наборы данных содержат предвзятые или стереотипные изображения, модели могут воспроизводить эти предубеждения, что может усилить социальные неравенства и дискриминацию. Поэтому важно разрабатывать методы для выявления и устранения предвзятости в данных и алгоритмах, чтобы генеративные нейросети способствовали созданию более справедливого и инклюзивного общества [9, 10].

Этические и социальные аспекты использования нейросетей для генерации изображений требуют внимательного рассмотрения и постоянного контроля. Необходимы усилия по разработке нормативных и правовых рамок, которые будут регулировать использование этих технологий, защищая права и интересы всех участников процесса. Важно также продолжать общественные дискуссии и исследования, направленные на понимание и смягчение потенциальных негативных последствий, чтобы обеспечить ответственное и этичное использование генеративных нейросетей. Таким образом, эти технологии смогут приносить пользу обществу, оставаясь при этом безопасными и справедливыми.

Выводы

Нейросети для генерации изображений представляют собой одну из самых захватывающих и перспективных технологий в области искусственного интеллекта. Благодаря современным достижениям в области глубокого обучения, такие модели способны создавать фотореалистичные изображения, стилизованные произведения искусства, анимации и даже видео, открывая новые возможности для креативных индустрий и бизнеса.

В этой статье мы рассмотрели основные аспекты работы нейросетей, включая их обучение и архитектуры, такие как GAN, VAE и Diffusion Models. Мы также изучили различные примеры применения генеративных нейросетей в таких областях, как искусство, дизайн, медицина, развлечения и маркетинг. Эти технологии не только облегчают процесс создания контента, но и позволяют генерировать новые, уникальные решения, которые ранее были недоступны.

Однако, вместе с впечатляющими возможностями генеративных нейросетей возникают и значительные этические и социальные вопросы. Проблемы авторских прав, возможность создания поддельных изображений и видео (deepfakes), а также потенциальное воздействие на

рынок труда требуют внимательного рассмотрения и разработки соответствующих нормативных и правовых рамок.

Итак, нейросети для генерации изображений имеют огромный потенциал для трансформации различных отраслей, но важно подходить к их использованию с осознанием всех этических и социальных аспектов. Важно продолжать исследования и разработки в этой области, стремясь к созданию технологий, которые будут приносить пользу обществу, оставаясь при этом этичными и справедливыми.

Список литературы

1. Мария Жарова Как работает нейронная сеть: разбираемся с основами, 2024 // URL: <https://blog.skillfactory.ru/kak-rabotaet-nejronnaya-set-razbiraemsgya-s-osnovami/> (Дата обращения: 19.05.2024)
2. Нейросеть онлайн: погружение в мир искусственного интеллекта и нейросетей URL: <https://neuroseti-online.ru/> (Дата обращения: 20.05.2024)
3. Генеративно-сопоставительные связи Иэн Гудфеллоу, Жан Пуже-Абади, Мехди Мирза, Бинг Сюй, Дэвид Вард-Фарли, Шерджилозаир, Аарон Курвиль, Йошуа Бенгио Generative Adversarial Nets, 2014 // URL: https://papers.nips.cc/paper_files/paper/2014/hash/5ca3e9b122f61f8f06494c97b1afccf3-Abstract.html (Дата обращения: 20.05.2024)
4. Дидерик Пи Кингма, Макс Веллинг Auto-Encoding Variational Bayes, 2013// URL: <https://arxiv.org/abs/1312.6114> (Дата обращения: 22.05.2024)
5. Вероятностные модели диффузии с шумоподавлением Джонатан Хо, Аджай Джейн, Питер Эббил Denoising Diffusion Probabilistic Models, 2020 // URL: <https://arxiv.org/abs/2006.11239> (Дата обращения: 22.05.2024)
6. 8 лучших художественных генераторов искусственного интеллекта на базе GAN Перси Л. 8 Top AI Art Generators Powered by GAN, 2024 // URL: <https://www.ipic.ai/blogs/8-top-ai-art-generators-powered-by-gan/> (Дата обращения: 23.05.2024)
7. Список приложений генеративно-сопоставительных сетей Simplilearn List Of Generative Adversarial Networks Applications, 2023 // URL: <https://www.simplilearn.com/generative-adversarial-networks-applications-article> (Дата обращения: 23.05.2024)
8. Социально-этические проблемы, связанные с генеративным ИИ, 2023 Атуза Касирзаде // URL: <https://rse.org.uk/resources/resource/blog/the-socio-ethical-challenges-of-generative-ai/> (Дата обращения: 23.05.2024)
9. Булгакова А.В., Сафонова Т.В., Кутикова В.С. Классификация нейронных сетей Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. 2023. № 1 (45). С. 11-18.
10. Булгакова А.В., Сафонова Т.В., Диденко А.Ю. Этапы разработки и внедрения нейронной сети в проект Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. 2023. № 1 (45). С. 87-92.

References

1. Maria Zharova How a neural network works: understanding the basics, 2024 // URL: <https://blog.skillfactory.ru/kak-rabotaet-nejronnaya-set-razbiraemsgya-s-osnovami/> / (Date of access: 05/19/2024)

2. Neural network online: immersion in the world of artificial intelligence and neural networks
URL: <https://neyroseti-online.ru/> / (Date of request: 05/20/2024)
 3. Generative-adversarial relations Ian Goodfellow, Jean Pouget-Abadi, Mehdi Mirza, Bing Xu,
David Ward-Farley, Shergilozair, Aaron Courville, Joshua Bengio Generative Adversarial
Nets, 2014 // URL: https://papers.nips.cc/paper_files/paper/2014/hash/5ca3e9b122f61f8f06494c97b1afccf3-Abstract.html (Date of application: 05/20/2024)
 4. Diederik Pi Kingma, Max Welling Auto-Encoding Variational Bayes, 2013// URL: <https://arxiv.org/abs/1312.6114> (Date of application: 05/22/2024)
 5. Probabilistic noise-canceling diffusion Models Jonathan Ho, Ajay Jane, Peter Abill Denoising
Diffusion Probabilistic Models, 2020 // URL: <https://arxiv.org/abs/2006.11239> (Date of
application: 05/22/2024)
 6. 8 Best Artificial Intelligence Art Generators based on GAN Percy L. 8 Top AI Art Generators
Powered by GAN, 2024 // URL: <https://www.ipic.ai/blogs/8-top-ai-art-generators-powered-by-gan/> / (Date of request: 05/23/2024)
 7. List Of applications Of Generative Adversarial Networks Simplilearn List Of Generative
Adversarial Networks Applications, 2023 // URL: <https://www.simplilearn.com/generative-adversarial-networks-applications-article> (Date of application: 05/23/2024)
 8. Socio-ethical problems related to generative AI, 2023 Atuzza Kasirzade // URL: <https://rse.org.uk/resources/resource/blog/the-socio-ethical-challenges-of-generative-ai/> / (Date
of request: 05/23/2024)
 9. Bulgakova A.V., Safonova T.V., Kutikova V.S. Classification of neural networks Information
technologies and systems: management, economics, transport, law. 2023. No. 1 (45). pp. 11-
18.
 11. Bulgakova A.V., Safonova T.V., Didenko A.Yu. Stages of development and implementation
of a neural network in the Information technologies and systems project: management,
economics, transport, law. 2023. No. 1 (45). pp. 87-92.
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.45

ПОДДЕРЖКА ФАЙЛОВОЙ СИСТЕМЫ В LINUX (EXT4 И ПР.)

¹Гелич К.А., ²Огородников Ф.А., Уймин А.Г.

ФГАОУ ВО "РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ НЕФТИ И ГАЗА (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ) ИМЕНИ И.М. ГУБКИНА" Москва, Россия (119296, город Москва, Ленинский пр-кт, д. 65 к. 1) e-mail: ¹dorosh-t@yandex.ru, ²clashofclansalice@mail.ru.

В данной статье рассматривается поддержка файловых систем в отечественных операционных системах Linux, в частности ext4 и других современных файловых систем с применением Samba. Это актуальная тема, так как данные важны для большинства пользователей и организаций, и обеспечивает удобство и надежность работы операционной системы.

Ключевые слова: Шифрование, методы защиты, ALT Linux, Astra Linux, Rosa Linux, Red OS, Групповая политика, Btrfs, Gpg, Файловые системы, Ext4, Samba.

LINUX FILE SYSTEM SUPPORT (EXT4, ETC.)

¹Gelich K.A., ²Ogorodnikov F.A., Uymin A.G.

GUBKIN RUSSIAN STATE UNIVERSITY OF OIL AND GAS (NATIONAL RESEARCH UNIVERSITY) Moscow, Russia (119296, Moscow, Leninsky prospekt, 65 bldg. 1) e-mail: ¹dorosh-t@yandex.ru, ²clashofclansalice@mail.ru.

This article discusses the support of file systems in domestic Linux operating systems, in particular ext4 and other modern file systems using Samba. This is an urgent topic, as data is important for most users and organizations, and ensures the convenience and reliability of the operating system.

Keywords: Encryption, security methods, ALT Linux, Astra Linux, Rosa Linux, Red OS, Group Policy, Btrfs, Gpg, File systems, Ext4, Samba.

Введение

Файловая система — это фундаментальная и неотъемлемая часть любой операционной системы. Она отвечает за организацию, хранение, управление, защиту и доступ к данным на носителях информации. Благодаря файловой системе пользователи и приложения могут эффективно работать с файлами, не вникая в детали их физического расположения на диске.

Для достижения поставленной цели, были решены следующие задачи:

- изучены теоретические основы и особенности работы с файловой системой в Linux;
- рассмотрены и протестированы на практике методы шифрования разных файловых систем;
- исследованы и смоделированы на практике наиболее эффективные методы борьбы с ними.

1. Обзор файловых систем Linux

В Linux файловая система применяется, помимо обслуживания файлов на дисках, также и для сохранения информации в оперативной памяти или обращения к структуре ядра при функционировании системы. [1] Каждая установочная версия Linux имеет возможность работать с одной из приведённых ниже, файловых систем, имеющих как достоинства, так и недостатки:

- Ext2.
- Ext3.
- Ext4.
- JFS.
- ReiserFS.
- XFS.
- Btrfs.

Все эти системы есть в составе ядра и есть возможность применить любую из них в качестве корневой файловой системы. Ext2, Ext3, Ext4 или Extended Filesystem является типовой файловой системой Linux. [2] Это наиболее устойчивая система, кодировка базы меняется достаточно нечасто, и в этой файловой системе присутствует наибольшее число функциональных возможностей. Вариант ext2 был спроектирован уже конкретно под Linux и в нём было большое число усовершенствований. Затем вышла версия ext3, которая повысила ещё уровень стабильности. Затем появилась ext4, применяемая во всех версиях Linux вплоть до настоящего момента. Она так же претерпела существенные доработки, в частности, существенно возрос предельный объём раздела, и он стал равен одному экзабайту.

JFS или Journaled File System проектировалась специалистами IBM для AIX UNIX и применялась как альтернативный вариант систем ext. Сегодня она применяется, если требуется повышенный уровень стабильности и низкое энергопотребление. При её проектировании стояла задача сделать предельно эффективную файловую систему для электронных вычислительных машин с большим числом процессоров. Подобно ext, это журнальная файловая система, но в её журналах сохраняются лишь метаданные, что позволяет использовать сохранённые версии файлов в случае какого-либо сбоя.

ReiserFS появилась существенно позднее как альтернатива ext3 с более высокими показателями производительности и обширным кругом возможных операций. Эта система проектировалась специально лишь для Linux. Характерной её чертой является динамичный размер блоков, что делает возможным упаковать набор не очень больших файлов в единый блок. Это исключает фрагментацию и позволяет лучше обрабатывать маленькие по размеру файлы. Дополнительным достоинством является наличие возможности менять границы раздела в оперативном режиме. К недостаткам следует отнести высокий уровень нестабильности и присутствие рисков потерять информацию при перебоях в электросети. Ранее ReiserFS использовалась в базовой версии SUSE Linux, но сегодня проектировщики применяют Btrfs.[3]

XFS достаточно быстродействующая файловая система, которая была реализована в Silicon Graphics для собственных нужд в далёком 2001 году. Она сразу проектировалась для работы с файлами больших объёмов, и могла работать с дисками до двух Терабайт. Основным достоинством системы является большая скорость операций при обработке файлов большого объёма, возможность отложить выделение места, изменение границ раздела в оперативном

режиме и небольшой объём служебных данных. Эта система применяется как базовая в дистрибутивных пакетах, основанных на Red Hat. Недоработками являются отсутствие возможности уменьшить размер, усложнённая процедура по восстановлению информации и наличие рисков потерять файлы во время записи при перебоих в электропитании, так как почти все данные расположены в оперативной памяти.[4]

Btrfs или B-Tree File System является новейшей файловой системой, нацеленной на максимальную устойчивость к отказам, легкое административное управление и простое восстановление информации. Эта файловая система вобрала в себя большое количество новейших поразительных возможностей. К примеру, это возможность размещения на наборе разделов, выполнение поддержки разделов, формирование мгновенного снимка, и, конечно, высокий уровень производительности. Но существует также мнение, что эта система недостаточно стабильна. Но несмотря на это, её уже применяют в качестве базовой файловой системы в OpenSUSE и SUSE Linux.

2. Поддержка файловой системы в отечественных операционных системах

В современных операционных системах, разработанных на базе Linux, таких как ALT Linux, Astra Linux, Rosa Linux и Red OS, файловые системы являются критически важной частью обеспечения стабильности, безопасности и высокой производительности. Основное внимание в разработке данных систем уделяется улучшению эффективности хранения, управления и защиты данных. Это достигается благодаря использованию файловых систем, поддерживающих различные технологии, включая журналирование, масштабирование и интеграцию с системами безопасности на уровне ядра ОС. Мы рассмотрим самые популярные файловые системы.

Таблица 1. - Версии ОС и Файловых систем

ОС	Версия ОС	Версия файловой системы		
		Ext4	XFS	Btrfs
ALT	alt-workstation-10.2	Последние доступные. Каждая операционная система поддерживает эти файловые системы.		
ASTRA	2.12.46 Common Edition			
ROSA	ROSA.FRESH.GNOME.12.5.1			
RED	redos-8-20240218.1			

Каждая из этих операционных систем использует свой подход к интеграции файловых систем, оптимизируя их под задачи безопасности, масштабируемости и производительности:[5]

- Alt Linux и Rosa Linux обеспечивают баланс между производительностью и удобством использования, делая их идеальными для серверов и рабочих станций.
- Astra Linux и РЕД ОС концентрируются на безопасности и контроле, что критически важно для их целевых сегментов пользователей.

ALT Linux, Astra Linux, Rosa Linux, и РЕД ОС поддерживают широкий набор файловых систем, каждая из которых адаптирована под уникальные задачи и потребности пользователей и организаций. От выбора файловой системы зависит множество аспектов работы систем, от производительности и масштабируемости до безопасности и доступности данных.[6]

3. Экспериментальное исследование

Для тестирования файловых систем будет использоваться, российская операционная система, ALT Linux 10.1. Мы будем тестировать несколько файловых систем, таких как, ext4, btrfs.

Методика эксперимента:

1) Сначала необходимо установить операционную систему ALT Linux 10.1 на тестируемый компьютер или виртуальную машину.

2) После установки ALT Linux 10.1 можно создать разделы на диске, на которых будут размещены файловые системы.

3) После создания разделов можно выполнить форматирование файловых систем на соответствующих разделах.

4) После форматирования разделов можно выполнить монтирование файловых систем.

5) Далее мы пытаемся зашифровать файловые системы.[7]

6) Настроить групповую политику на запрет к просмотру зашифрованного тома, можно это сделать через групповую политику samba,

Наша основная задача надавить на то, что файл выходя из зашифрованного раздела становится не зашифрованным и показать, как мы решаем эту проблему.

Порядок эксперимента.

Создадим с помощью команды *mkfs* файловую систему ext4.

```
SRV - # lsblk
NAME MAJ:MIN RM SIZE RO TYPE MOUNTPOINTS
sda 8:0 0 41,8G 0 disk
├─sda1 8:1 0 973M 0 part [SWAP]
├─sda2 8:2 0 40,8G 0 part /
sdb 8:16 0 2G 0 disk
├─sdb1 8:17 0 2G 0 part
sr0 11:0 1 1024M 0 rom
SRV - # mkfs_ext4 /dev/sdb1
mke2fs 1.46.2 (28-Feb-2021)
Creating filesystem with 523776 4k blocks and 131072 inodes
Filesystem UUID: 7044c1c8-dd12-4df7-8f27-ce2317c8a76d
Superblock backups stored on blocks:
32768, 98304, 163840, 229376, 294912

Allocating group tables: done
Writing inode tables: done
Creating journal (8192 blocks): done
Writing superblocks and filesystem accounting information: done
```

1) Зашифруем данную файловую систему

```
SRV - # time cryptsetup luksFormat /dev/sdb1
ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ: Устройство /dev/sdb1 уже содержит подпись суперблока «ext4».

WARNING!
=====
Данные на /dev/sdb1 будут перезаписаны без возможности восстановления.

Are you sure? (Type 'yes' in capital letters): YES
Введите парольную фразу для /dev/sdb1:
Парольная фраза повторно:
2.02user 8.75system 0:20.84elapsed 51%CPU (0avgtext+0avgdata 542804maxresident)k
10363inputs+66140outputs (7major+127612minor)pagefaults 0swaps
SRV - # time cryptsetup luksOpen /dev/sdb1 encrypted_disk
Введите парольную фразу для /dev/sdb1:
0.58user 1.74system 0:05.56elapsed 41%CPU (0avgtext+0avgdata 511188maxresident)k
1390inputs+0outputs (20major+96143minor)pagefaults 0swaps
SRV - # lsblk
NAME MAJ:MIN RM SIZE RO TYPE MOUNTPOINTS
sda 8:0 0 41,8G 0 disk
├─sda1 8:1 0 973M 0 part [SWAP]
├─sda2 8:2 0 40,8G 0 part /
sdb 8:16 0 2G 0 disk
├─sdb1 8:17 0 2G 0 part
└─encrypted_disk 252:0 0 2G 0 crypt
```

- 2) Создадим еще одну файловую систему ext4, и монтируем ее

```
SRV ~ # mkfs.ext4 /dev/mapper/encrypted_disk
mke2fs 1.46.2 (28-Feb-2021)
Creating filesystem with 519680 4k blocks and 130048 inodes
Filesystem UUID: 8bc82f4c-de5f-46b7-822e-1b0a372b39aa
Superblock backups stored on blocks:
    32768, 98304, 163840, 229376, 294912

Allocating group tables: done
Writing inode tables: done
Creating journal (8192 blocks): done
Writing superblocks and filesystem accounting information: done

SRV ~ # mount /dev/mapper/encrypted_disk /mnt/my_encrypted_disk
SRV ~ #
```

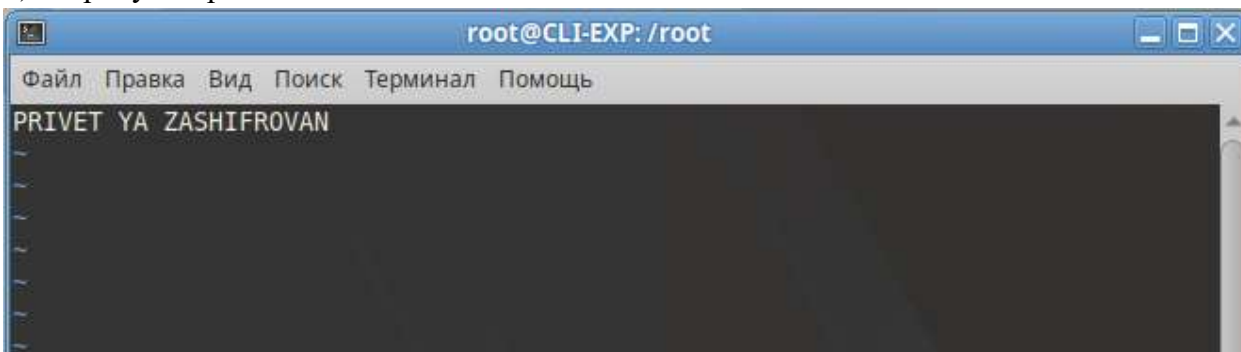
- 3) Настроим samba для этого тома. В файле /etc/samba/smb.conf

```
[EncryptedShare]
    path = /mnt/my_encrypted_disk
    read only = no
    browsable = yes
```

- 4) Монтируем его для клиента

```
CLI-EXP ~ # mkdir /mnt/encrypted_share
CLI-EXP ~ # systemctl start smb
CLI-EXP ~ # mount -t cifs //192.168.100.1/EncryptedShare /mnt/encrypted_share -o
    username=scrock,password=101122qq
CLI-EXP ~ #
```

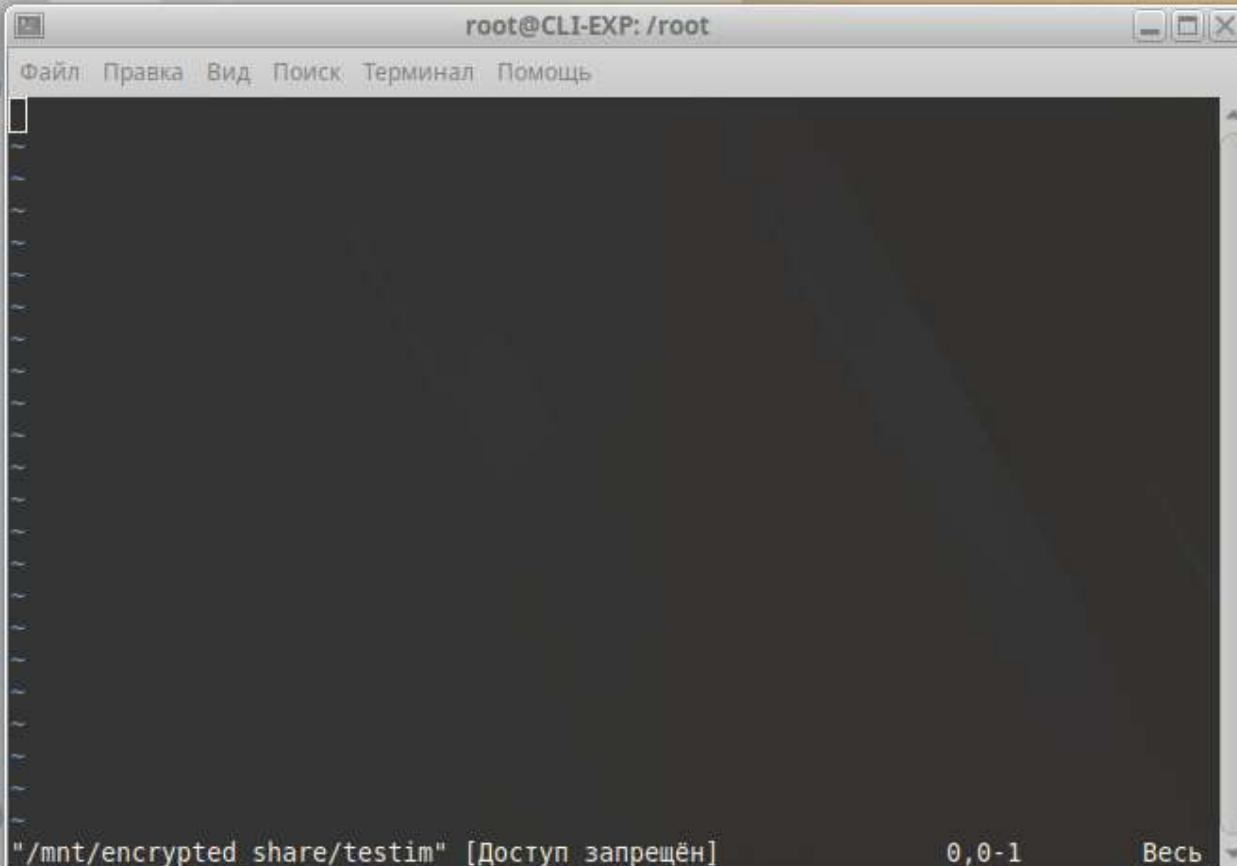
- 5) Пробуем прочитать



- 6) Настроим групповую политику

```
SRV ~ # groupadd encrypted_users
SRV ~ # chown -R :encrypted_users /mnt/my_encrypted_disk
SRV ~ # chmod -R 770 /mnt/my_encrypted_disk
SRV ~ #
```

- 7) Доступ запрещен.



The screenshot shows a terminal window titled "root@CLI-EXP: /root". The window has a menu bar with "Файл", "Правка", "Вид", "Поиск", "Терминал", and "Помощь". The main area is dark with a vertical scrollbar on the right. At the bottom, a red error message is displayed: `"/mnt/encrypted_share/testim" [Доступ запрещён]` followed by `0,0-1` and `Весь`.

8) Убираем групповую политику



The screenshot shows a terminal window with the following commands and their prompts:

```
SRV ~ # chmod -R 777 /mnt/my_encrypted_disk/  
SRV ~ # systemctl restart smb  
SRV ~ # vim /mnt/my_encrypted_disk/testim  
SRV ~ # chown -R : /mnt/my_encrypted_disk  
SRV ~ #
```

GNU Privacy Guard (GnuPG, GPG) — свободная программа для шифрования информации и создания электронных цифровых подписей. Разработана как альтернатива PGP и выпущена под свободной лицензией GNU General Public License. GnuPG полностью совместима со стандартом IETF OpenPGP. Текущие версии GnuPG могут взаимодействовать с PGP и другими OpenPGP-совместимыми системами.[8]

9) Пробуем решить проблему шифрования при помощи утилиты GPG. Создаем ключ


```
SRV ~ # gpg --gen-key
gpg (GnuPG) 1.4.23; Copyright (C) 2015 Free Software Foundation, Inc.
This is free software: you are free to change and redistribute it.
There is NO WARRANTY, to the extent permitted by law.

gpg: создан каталог '/root/.gnupg'
gpg: создан новый файл настроек '/root/.gnupg/gpg.conf'
gpg: ВНИМАНИЕ: параметры в '/root/.gnupg/gpg.conf' при этом запуске еще не действуют
gpg: создана таблица ключей '/root/.gnupg/secring.gpg'
gpg: создана таблица ключей '/root/.gnupg/pubring.gpg'
Выберите тип ключа:
  (1) RSA и RSA (по умолчанию)
  (2) DSA и Elgamal
  (3) DSA (только для подписи)
  (4) RSA (только для подписи)
Ваш выбор? 1
длина ключей RSA может быть от 1024 до 4096 бит.
Какой размер ключа Вам необходим? (2048)
Запрошенный размер ключа - 2048 бит
Выберите срок действия ключа.
  0 = без ограничения срока действия
  <n> = срок действия - n дней
  <n>w = срок действия - n недель
```

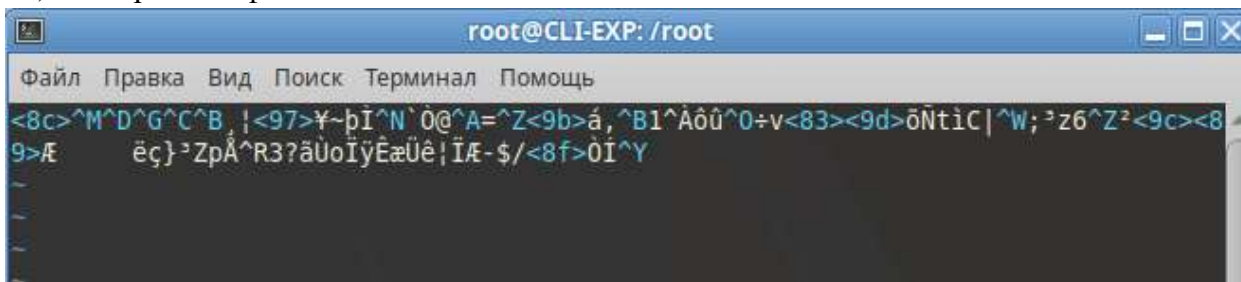
10) Шифруем файл

```
SRV ~ # gpg -c /mnt/my_encrypted_disk/testim
```

11) У нас появился файл с расширением gpg, следовательно, удаляем файл без этого расширения.

```
SRV ~ # vim /mnt/my_encrypted_disk/
testim      testim.gpg  .testim.swm .testim.swn .testim.swo .testim.swp
SRV ~ # vim /mnt/my_encrypted_disk/
```

12) Открываем файл с клиента



```
root@CLI-EXP: /root
Файл  Правка  Вид  Поиск  Терминал  Помощь
<8c>^M^D^G^C^B  |<97>¥~pI^N`0@^A=^Z<9b>á,^B1^Aôú^0÷v<83><9d>öÑtiç|^W;²z6^Z²<9c><8
9>Æ     ёç}³ZpÅ^R3?äUoİÿËæÜè;İÆ-$/<8f>0İ^Y
```

13) Экспортируем ключ в файл на сервере

```
SRV ~ # cd .gnupg/
SRV .gnupg # ls
gpg.conf      pubring.gpg  random_seed  trustdb.gpg
public.key    pubring.gpg~  secring.gpg
SRV .gnupg # gpg --list-keys
/root/.gnupg/pubring.gpg
-----
pub   2048R/CA6FD292 2024-06-10 [   годен до: 2025-06-05]
uid                               Philipp (klych) <scrock@mail.ru>
sub   2048R/372A9FAF 2024-06-10 [   годен до: 2025-06-05]

SRV .gnupg # gpg --export -a "klych" > public.key
SRV .gnupg # ls
gpg.conf      pubring.gpg  random_seed  trustdb.gpg
public.key    pubring.gpg~  secring.gpg
SRV .gnupg #
```

14) Настраиваем подключение по ssh и передаем ключ

```
SRV .gnupg # systemctl start sshd
SRV .gnupg # scp public.key root@192.168.100.2:/root/
root@192.168.100.2's password:
SRV .gnupg #
```

15) Импортируем ключ на клиенте и расшифровываем файл

```
CLI-EXP ~ # gpg --import public.key
gpg: ключ CA6FD292: импортирован открытый ключ "Philipp (klych) <scrock@mail.ru>"
gpg: Всего обработано: 1
gpg: импортировано: 1 (RSA: 1)
CLI-EXP ~ # gpg -d /mnt/encrypted
encrypted/ encrypted_share/
CLI-EXP ~ # gpg -d /mnt/encrypted_share/testim.gpg
gpg: данные зашифрованы алгоритмом AES
gpg: зашифровано с 1 фразой-паролем
fesfesfes
CLI-EXP ~ # gpg --import public.key
gpg: ключ CA6FD292: "Philipp (klych) <scrock@mail.ru>" не изменен
gpg: Всего обработано: 1
gpg: неизменных: 1
CLI-EXP ~ # gpg -d /mnt/encrypted_share/testim.gpg
gpg: данные зашифрованы алгоритмом AES
gpg: зашифровано с 1 фразой-паролем
PRIVET YA ZASHIFROVAN
CLI-EXP ~ #
```

Аналогично делается для файловой системы btrfs и xfs

Таблица 2. - Сравнение используемых файловых систем

Особенность	Ext4	Xfs	Btrfs
Архитектура	Hashed B-tree	B+ tree	Extent based
Год	2006	1994	2009
Максимальный размер тома	1 Ебайт	8 Ебайт	16 Ебайт
Максимальный размер файла	16 Тбайт	8 Ебайт	16 Ебайт
Максимальное количество файлов	4 миллиарда	2 ⁶⁴	2 ⁶⁴
Максимальный размер имени файла	255 байт	255 байт	255 байт
Атрибуты	Да	Да	Да
Прозрачное сжатие	Нет	Нет	Да
Прозрачное шифрование	Да	Нет	Планируется
Копирование при записи	Нет	Планируется	Да
Моментальные снимки	Нет	Планируется	Да

Основываясь на проведенном эксперименте, можно подтвердить гипотезу, что файл выходя из зашифрованного раздела становится не зашифрованным. Эта проблема решается в приведенном эксперименте. В итоге у нас должен получиться зашифрованный том на разных файловых системах к которому мы выдаем права для клиента.

Каждая из рассмотренных операционных систем — ALT Linux, Astra Linux, Rosa Linux и РЕД ОС — предлагает стабильную поддержку популярных файловых систем как ext4, а

также других более специфических, таких как XFS и Btrfs. Эти системы обладают различными функционалами, направленными на удовлетворение потребностей разных категорий пользователей, от корпоративных клиентов до государственных органов.

Заключение

В заключение, стоит отметить, что данное исследование помогло лучше понять процесс поддержки файловой системы в отечественных операционных системах Linux и выявить потенциал для улучшения данного аспекта. Дальнейшие исследования могут быть направлены на более детальное изучение работы других файловых систем, разработку новых методов оптимизации или проведение сравнительного анализа работы файловых систем на различных платформах.[9]

Ext4 остается популярным выбором из-за своей надежности и отличной производительности, тогда как XFS и Btrfs предлагают продвинутые возможности, такие как улучшенное управление большими объемами данных и динамическая сегментация. Важным аспектом является также интеграция этих файловых систем с механизмами безопасности, что критически важно для систем, используемых в государственных структурах и оборонном секторе.

С учетом современных трендов в информационной безопасности и постоянно растущих объемов данных, можно предполагать дальнейшее развитие и оптимизацию файловых систем. Особенное внимание, вероятно, будет уделено улучшению механизмов шифрования, аутентификации доступа и защиты данных. Также возможно развитие и адаптация новых технологий, например, квантовой криптографии и искусственного интеллекта для управления данными.

Понимание особенностей и возможностей различных файловых систем позволяет ИТ-специалистам и руководителям проектов делать осознанный выбор в плане оптимизации своих информационных систем. В зависимости от специфических требований к безопасности, производительности и масштабируемости, выбор подходящей файловой системы может существенно повлиять на эффективность работы организации и гарантировать надежность хранения критически важных данных.

Список литературы

1. "Документация Rosa Linux". Официальный сайт Rosa Linux. [Электронный ресурс]. Доступно по ссылке: [URL: <https://rosa.ru/docs/>]. (дата обращения: 15.04.2024)
2. "Документация РЕД ОС". Официальный сайт РЕД ОС. [Электронный ресурс]. Доступно по ссылке: [URL: <https://redos.red-soft.ru/product/docs/>]. (дата обращения: 16.04.2024)
3. Курпатов Д. "Операционные системы. Локальные и сетевые технологии". М.: БХВ-Петербург, 2018. (дата обращения: 17.04.2024)
4. "Руководство по Astra Linux". Официальный сайт Astra Linux. [Электронный ресурс]. Доступно по ссылке: [URL: <https://astralinux.ru/en/>]. (дата обращения: 16.04.2024)
5. "Руководство по Alt Linux". Официальный сайт Alt Linux. [Электронный ресурс]. Доступно по ссылке: [URL: <https://docs.altlinux.org/ru-RU/index.html>]. (дата обращения: 17.04.2024)
6. Таненбаум Э., Бос Х. "Современные операционные системы". 4-е издание. – М.: Вильямс, 2015. (дата обращения: 20.04.2024)

7. Чернов А. “Системное администрирование Linux”. М.: ДМК Пресс, 2020. (дата обращения: 20.04.2024)
8. Уймин, А. Г. Обзор систем моделирования: анализ эффективности на примере чемпионата AtomSkills-2023 // Автоматизация и информатизация ТЭК. 2023. № 11(604). С. 25-34.
9. Сетевые атаки и защита от них [сайт.]. [2024]. [URL:https://tech-geek.ru/network-attacks/](https://tech-geek.ru/network-attacks/) (дата обращения: 22.04.2024)

References

1. "Rosa Linux Documentation". Rosa Linux official website. [Electronic resource]. Available at: [URL: <https://rosa.ru/docs/>]. (accessed: 15.04.2024)
 2. "RED OS Documentation". Official site of RED OS. [Electronic resource]. Available at: [URL: <https://redos.red-soft.ru/product/docs/>]. (accessed: 16.04.2024)
 3. Kurpatov D. "Operating Systems. Local and Network Technologies". Moscow, BHV-Petersburg Publ., 2018. (accessed: 17.04.2024)
 4. "Astra Linux Guide". Astra Linux official website. [Electronic resource]. Available at: [URL: <https://astralinux.ru/en/>]. (accessed: 16.04.2024)
 5. "Alt Linux Guide". Alt Linux official website. [Electronic resource]. Available at: [URL: <https://docs.altlinux.org/ru-RU/index.html>]. (accessed: 17.04.2024)
 6. Tanenbaum E., Bos H. "Modern Operating Systems". 4th edition. Moscow, Williams Publ., 2015. (accessed: 20.04.2024)
 7. Chernov A. "System Administration of Linux". Moscow, DMK Press Publ., 2020. (accessed: 20.04.2024)
 8. Uymin, A. G. Review of modeling systems: analysis of efficiency on the example of the AtomSkills-2023 championship. 2023. № 11(604). pp. 25-34.
 9. Network Attacks and Protection Against Them [website]. [2024]. URL: <https://tech-geek.ru/network-attacks/> (accessed: 22.04.2024)
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.92

РОЛЬ UX/UI ДИЗАЙНА В РАЗРАБОТКЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

¹Сушко А.В., Кондратьев В.Ю.

ФГБОУ ВО "КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ И.Т. ТРУБИЛИНА" Краснодар, Россия (350044, Краснодарский край, город Краснодар, ул. им. Калинина, д.13) e-mail: ¹sushko.anna2004@gmail.com

В статье рассматривается роль UX/UI дизайна на разработку информационных систем, подчеркивая его роль в обеспечении удобства и удовлетворенности пользователей, что повышает конкурентоспособность компаний. Приводятся примеры и статистические данные, демонстрирующие значительное увеличение прибыли и эффективности за счет качественного UX/UI дизайна.

Ключевые слова: UX/UI дизайн, информационные системы, пользовательский интерфейс, конкурентоспособность, удобство, эффективность.

THE ROLE OF UX/UI DESIGN IN THE DEVELOPMENT OF INFORMATION SYSTEMS

¹Sushko A.V., Kondratiev V.Yu.

"KUBAN STATE AGRARIAN UNIVERSITY NAMED AFTER I.T. TRUBILIN" Krasnodar, Russia (350044, Krasnodar region, Krasnodar, Kalinina str., 13) e-mail: 1sushko.anna2004@gmail.com

The article examines the influence of UX/UI design on the development of information systems, emphasizing its role in ensuring user convenience and satisfaction, which increases the competitiveness of companies. There are examples and statistical data demonstrating a significant increase in profit and efficiency due to high-quality UX/UI design.

Keywords: UX/UI design, information systems, user interface, competitiveness, convenience, efficiency.

Современные информационные системы – неотъемлемая часть повседневной жизни, которая оказывает огромная роль на множество аспектов нашего общества, в том числе используется в бизнесе, образовании, здравоохранении, развлечениях и многом другом. Они могут помочь нам решить поставленную задачу, улучшить эффективность работы и обеспечить доступ к необходимой информации.

Успешно интегрировать и применять информационные системы, в основном, можно благодаря UX/UI дизайну. Он крайне важен для того, чтобы пользователи не только приходили на различные порталы, но и оставались на них. Ведь существует несколько критериев, по которым целевая аудитория оценивает IT-пространства и решает, воспользуется ли она предлагаемыми услугами или купит ли товар. Одними из таких показателей являются легкость восприятия информации, лаконичность оформления и молниеносный поиск решений для того, чтобы достигнуть нужную цель. Эти условия влияют и на конкурентоспособность той или иной компании.

В мире информационных систем термины UX и UI часто используют вместе, однако это совершенно разные грани процесса разработки и дизайна.

Аббревиатура UX расшифровывается как User Experience – опыт пользователя. От него зависят впечатления, которые остались после работы с продуктом.

Термин был изобретен компанией Apple в 1993 году. UX-дизайнеры могут определить задачи, выбрать подходящие инструменты для их реализации, разработать продукт, который будет понятен и удобен для пользователей, изучить итоги и узнать, соответствуют ли они ожиданиям. Благодаря этому увеличивается количество активных пользователей, которые выбирают удобство портала, несмотря на цену продукта. Пример хорошего UX-дизайна – та самая компания, которая и изобрела данный термин. В Apple разрабатываются и продаются устройства с высокими технологиями с безупречным дизайном, а их ПО – одно из лучших в мире. Именно благодаря работе высококвалифицированных специалистов, клиенты компании получают хороший опыт и положительные впечатления от сотрудничества с их девайсами.

Аббревиатура UI расшифровывается как User Interface – пользовательский интерфейс. Термин визуализирует прототип, который разрабатывают благодаря исследованиям аудитории и ее опыта. Так, пользователи гораздо охотнее останутся на портале, где будут использованы графики, иллюстрации, различные иконки, которые с графической точки зрения будут более привлекательными, чем чистый текст. В том числе пользователей привлекают цветовые решения. Например, Facebook, выполненный в приятном синем оттенке или Amazon с их фирменным оранжевым.

Если использовать два этих понятия вместе, то получится создать эффективные, то есть удобные и функциональные, а также визуально привлекательные цифровые продукты или веб-сайты. Adam Judge, автор книги “The Little Black Book of Design” [1], однажды сказал: “Альтернатива хорошему дизайну – плохой дизайн. Не существует такого понятия, как отсутствие дизайна.” И в его словах заключается весь смысл работы UX/UI – дизайнеров.

Рассмотрим роль, оказываемое специалистами на пользовательский опыт, которое предвещает высокие достижения цифровых продуктов.

Чаще всего у самих пользователей даже нет объяснения, почему их больше привлекает продукт с кропотливо продуманным дизайном, но они точно выберут его, а не вариант с низким качеством. Это говорит о том, что большинство пользователей не обращают внимание на UX-дизайн, однако он все равно будет влиять на восприятие.

Jared Spool [2], писатель и эксперт по вопросам удобства использования ПО, дизайна и исследований, рассказал, что, всего лишь заменив одну кнопку, коммерческая компания смогла принести 300 млн долларов годовой прибыли. А дело в том, что на сайте компании нужно было зарегистрироваться для того, чтобы продолжить покупку. Однако это принесло обратный эффект, ведь старые пользователи забывали свои пароли от аккаунтов, а новые не желали оставлять свою электронную почту, чтобы им не приходил спам. Проанализировав обратную связь, сотрудники убрали обязательную регистрацию, тем самым увеличили покупки на 45%.

Исследования показывают нам, что коэффициент окупаемости инвестиций после правильного ребрендинга специалистами, которые знают о UX/UI дизайне, может достигать 9,900%. Это когда 1\$, вложенный в UX, приносит прибыль в размере 100\$.

Приведем немного статистики.

- 89% пользователей совершают покупки у конкурентов, если тот дизайн привлекает больше.
- До 83% может увеличиться KPI при хорошем дизайне.
- На опыт пользователя влияют 80% корректировок в действующих цифровых продуктах.
- Время разработки проектов уменьшается на 45%, а также на 10% сокращаются расходы, в том числе и на поддержку продукта.
- Всего 30% свежих проектов выходят на конкурентноспособный рынок, так как могут полностью удовлетворить ожидания пользователей.

Подчеркнем, что, благодаря высококачественному UI/UX – дизайну, улучшается взаимодействие с пользователем, повышается удовлетворенность и лояльность клиентов к бренду [3], налаживается эмоциональная связь, заключается долгосрочное взаимодействие, улучшаются бизнес-результаты и конкурентное преимущество на рынке, а также снижаются затраты на разработку. Все это возможно лишь с помощью специалистов, которые оказывают роль не только на внешний вид продукта, но и на его функциональность, доступность и эффективность.

Помимо этого, с помощью UX/UI – дизайна оптимизируются процессы взаимодействия пользователей с системами, что увеличивает производительность [4]. Снижаются ошибки и улучшается точность, благодаря четким инструкциям, понятным меткам и предупреждениям. Повышается эффективность работы, ведь интуитивно понятный интерфейс уменьшает время, необходимое для обучения новых сотрудников. Удовлетворенные пользователи - лояльные клиенты, которые порекомендуют систему своим друзьям, а это увеличивает популярность и конкурентоспособность.

На основании проведенных исследований, можно сделать вывод, что значение UX/UI – дизайна для бизнеса растет в геометрической прогрессии [5]. Эффективная интеграция вовлекает все команды разработчиков, а работа с отзывами, тестирование с реальными пользователями и анализ поведенческих особенностей целевой аудитории становятся одними из самых важных аспектов для создания правильного дизайн-мышления, что приносит огромную пользу для информационных систем [6].

Список литературы

1. Judge A. The Little Black Book of Design [Текст] / Judge A. — United States: , 2009 — 228 с.
2. Spool J. Handbook of Usability Testing: How to Plan, Design, and Conduct Effective Tests. [Текст] / Spool J. — : John Wiley & Sons., 2008 — 386 с.
3. В. С. Компаниец, А. Е. Лызь проектирование и юзабилити-исследование пользовательских интерфейсов Учебное пособие [Текст] / В. С. Компаниец, А. Е. Лызь — Ростов-на-Дону – Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2020 — 98 с.
4. Ярослав Шуваев. UX/UI дизайн для создания идеального продукта: полный и исчерпывающий гид. [Текст] / Ярослав Шуваев. — Москва.: Издательство Эксмо., 2023 — 240 с.

5. Купер Алан, Рейман Роберт, Кронин Дэвид, Носсел Кристофер. Основы проектирования взаимодействия. [Текст] / Купер Алан, Рейман Роберт, Кронин Дэвид, Носсел Кристофер. — Санкт-Петербург.: Издательство Питер., 2022 — 720 с.
6. Илья Сидоренко. Дизайнер интерфейса. [Текст] / Илья Сидоренко. —: Издательство Олимп-Бизнес, 2019 — 22 с.

References

1. Judge A. The Little Black Book of Design [Text] / Judge A. — United States: , 2009 — p.228
 2. Spool J. Handbook of Usability Testing: How to Plan, Design, and Conduct Effective Tests. [Text] / Spool J: John Wiley & Sons., 2008 — p.386
 3. V.S.Companietz, A. E. Lyz design and usability-user interface research Textbook [Text] / V. S. Companietz, A. E. Lyz — . Rostov-on-Don – Taganrog: Southern Federal University Press, 2020 — p.98
 4. Yaroslav Shuvaev. UX/UI design to create the perfect product: a complete and comprehensive guide. [Text] / Yaroslav Shuvaev. — Moscow.: Eksmo Publishing House, 2023 — p.240
 5. Cooper Alan, Reiman Robert, Cronin David, Nossel Christopher. Fundamentals of interaction design. [Text] / Cooper Alan, Reiman Robert, Cronin David, Nossel Christopher. — St. Petersburg.: Publishing House Peter., 2022 — p.720
 6. Ilya Sidorenko. The interface designer. [Text] / Ilya Sidorenko. —: Olymp-Business Publishing House, 2019 — p.22
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.942

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СЕЙСМИЧЕСКИХ ДАННЫХ НА ПРИМЕРЕ ЮЖНО-ХЫЛЬЧУЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Пивоваров Д.С.

ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ» Пермь, Россия (614068, Пермский край, город Пермь, ул. Ленина, д.62) e-mail: apxqwer@rambler.ru

Рассмотрена дополнительная обработка сейсмических данных для определения и уточнения структуры и свойств геологической формации, выявить потенциальные запасы углеводородов.

Ключевые слова: Сейсмические исследования, частотно-зависимое смещение, угловые суммы, перебинирование, цифровая обработка сейсмических данных.

ADDITIONAL DIGITAL PROCESSING OF SEISMIC DATA ON THE EXAMPLE OF THE YUZHNO-KHYLCHUYSKOYE FIELD

Pivovarov D.S.

LLC «LUKOIL-PERM» Perm, Russia (614068, Perm Krai, Perm city, Lenina str., 62) e-mail: apxqwer@rambler.ru

Additional processing of seismic data is considered to determine and refine the structure and properties of a geological formation, to identify potential hydrocarbon reserves.

Keywords: Seismic studies, frequency-dependent displacement, angular sums, reinterpretation, digital processing of seismic data.

Дополнительная цифровая обработка сейсмических данных играет важную роль в нефтяной промышленности. Сейсмические исследования являются неотъемлемой частью процесса разведки и разработки месторождений. Они позволяют определить структуру и свойства геологических формаций, а также выявить потенциальные запасы углеводородов. Однако, полученные сейсмические данные требуют дополнительной обработки, чтобы извлечь максимально полезную информацию.

Для того чтобы увеличить разрешаемость, повысить частотный состав, улучшить и протянуть когерентные отражения на сейсмограммах, полученных по территории Южно-Хыльчуйского месторождения, было использовано и реализовано посредством ProMAX 3D частотно зависимое смешивание соседних трасс и ограниченное по наклонам преобразование, соответственно [1].

Частотно-зависимое смешивание.

При заданной скорости V и диапазоне частот f , алгоритм преобразует данные из временной области в частотную, где происходит частотно-зависимое смешивание соседних трасс. Количество трасс, участвующих в смешивании, определяется соотношением $M=V/(f*\text{trace spacing})$. Компоненты частот, не входящие в заданный диапазон, остаются неизменными. Далее данные возвращаются во временную область.

На данных Южно-Хыльчуйской площади использовалось два последовательных смешивания трасс в частотном диапазоне от 1 до 90 Гц и скоростью до 4000 м/с, первое с расстоянием между трассами 50 м, второе – 100 м. Это обеспечивало окна для смешивания соответственно от 2 до 80 и от 2 до 40 трасс [1].

Результат действия фильтра представлен на Рисунке 1 и 2.

Стоит отметить, что отражения стали более высокочастотными и четкими. Это заметно, например, на временах 1100, 1550. Но для того, чтобы повысить разрешенность на некоторых участках, например, на временах 1350, 1750 и 1900 мс, было проведено ограниченное по наклонам Т-р преобразование.

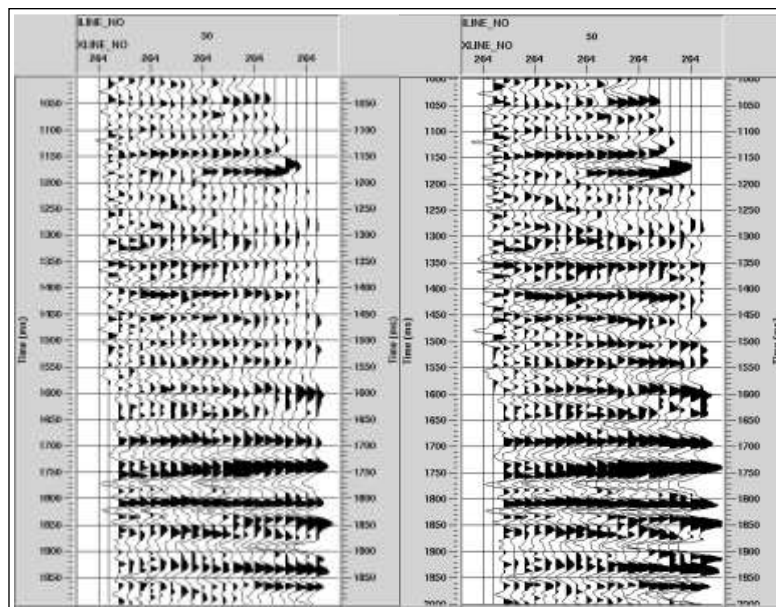


Рисунок 1 - Фрагмент сейсмограммы ОГТ по инлайну 50 (от 1000 до 2000 мс). Справа сейсмограмма после смешивания.

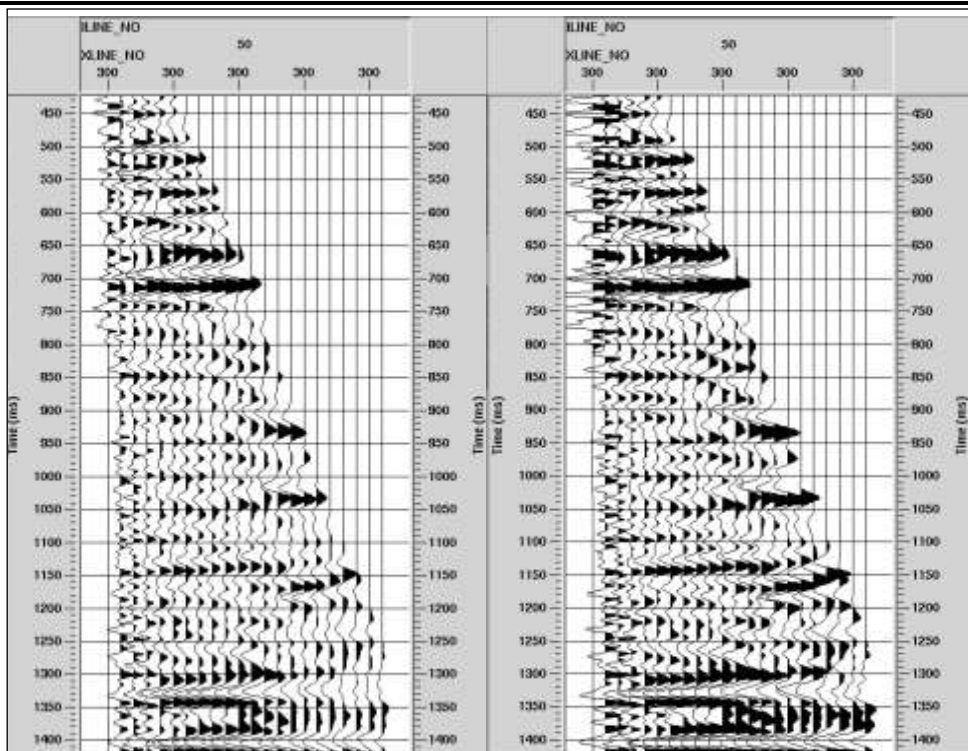


Рисунок 2 - Фрагмент сейсмограммы ОГТ по инлайну 50 (от 400 до 1400 мс). Справа сейсмограмма после смешивания.

Ограниченное по наклонам Т-р преобразование.

Процесс переводит данные в Т-р область, затем, используя заданный диапазон наклонов, возвращает данные во временную область. Алгоритм реализован посредством процедуры Dip Scan Stack, диапазон наклонов – от -3 до 3 мс/трассу [1]. Результат действия преобразования демонстрируется на рисунке 3 и 4.

Извлечение геометрии.

Для извлечения геометрии из суммированного разреза была использована процедура 3D Poststack Geometry. В ней были заданы количество инлайнов и кросслайнов, размеры бинов, а также координаты точек ограничивающего область работ полигона. На рисунке 5 показан полигон, полученный после выгрузки геометрии.

Построение угловых сумм.

Полученные угловые сейсмограммы до суммирования ограничивались по удалениям – от 200 до 2300 м. Были получены 8 суммированных разрезов в углах от 10 до 50 с диапазоном 5 (10-15, 15-20 и т.д.)

Перебинирование.

Так как исходные сейсмограммы были 25x25 бинов, для совместимости при дальнейшей загрузке в JGW они были перебинированы на 37,5x25 бинов, используя процедуру Fourier Trace Interpolation [1].

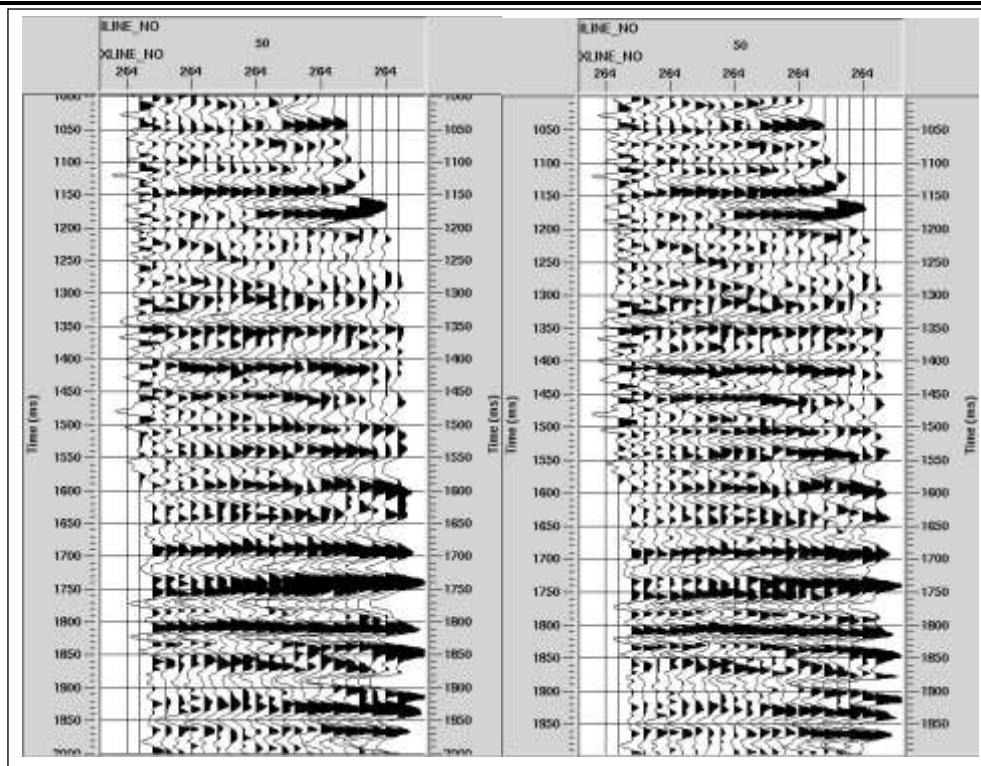


Рисунок 3 - Фрагмент сейсмограммы ОГТ по инлайну 50 (от 1000 до 2000 мс). Справа сейсмограмма после Т-р преобразования.

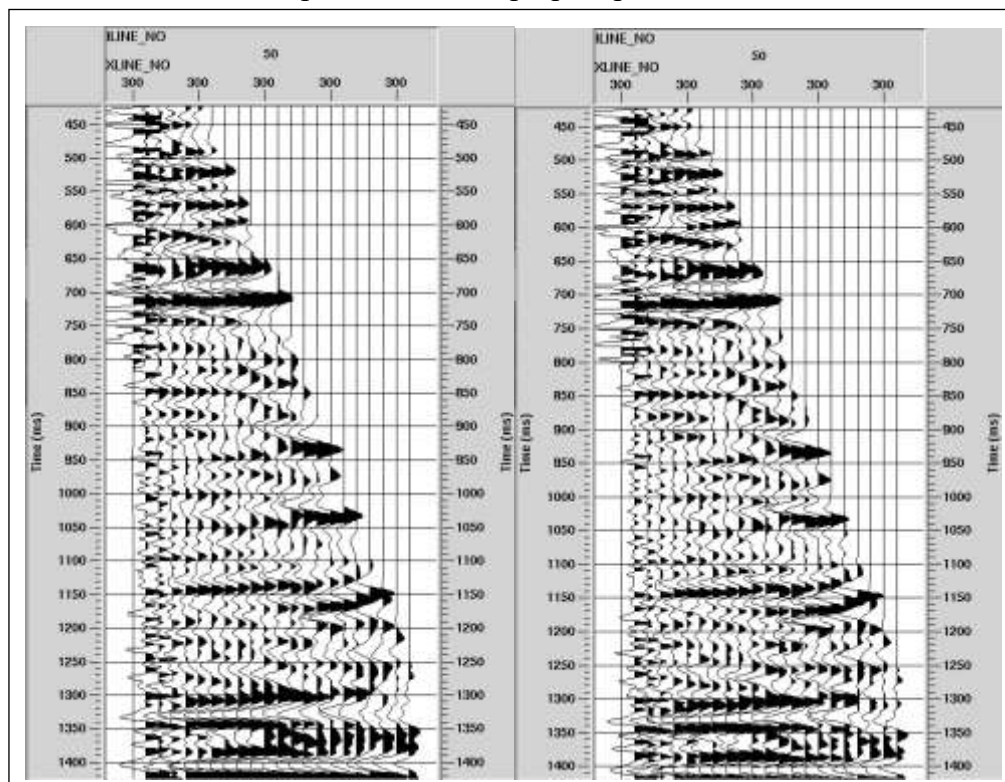


Рисунок 4 - Фрагмент сейсмограммы ОГТ по инлайну 50 (от 400 до 1400 мс). Справа сейсмограмма после Т-р преобразования.

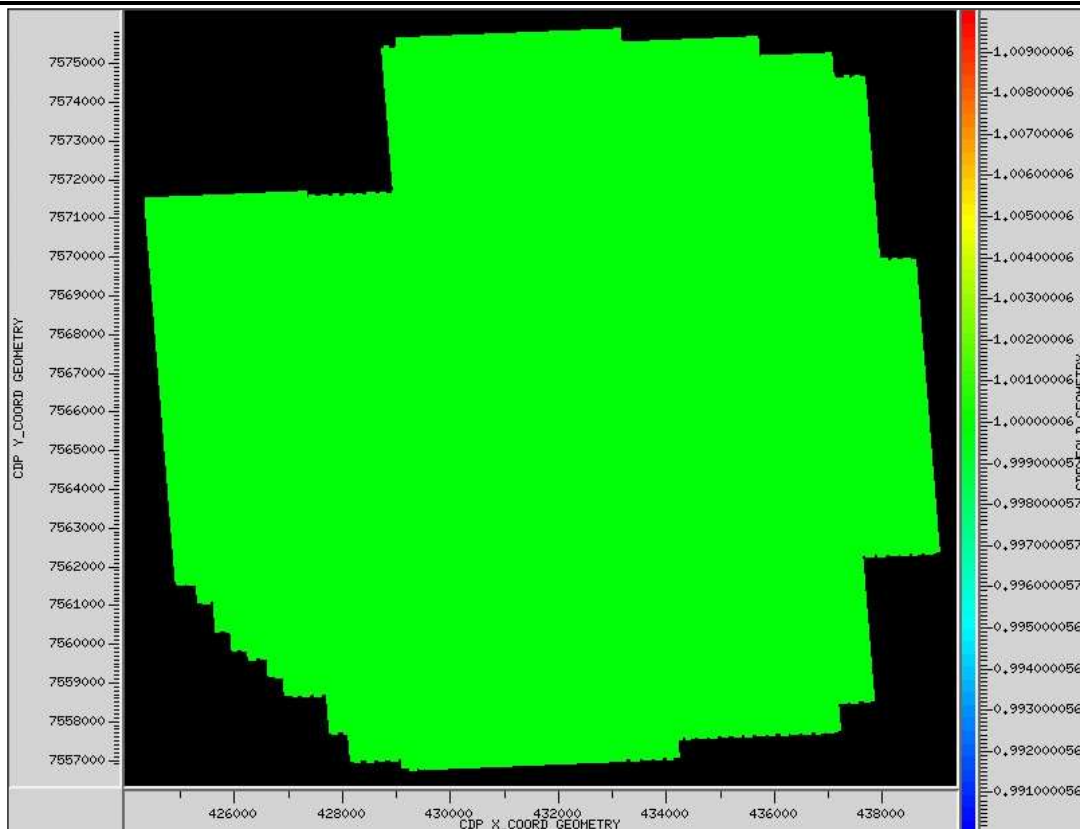


Рисунок 5 - Полигон после выгрузки геометрии.

Цифровая обработка сейсмических данных позволяет проводить анализ различных характеристик геологических формаций. Например, анализ амплитуды сейсмических сигналов позволяет определить наличие пород с высоким содержанием углеводородов. Также возможно определение скоростных истинных толщин пласта, что способствует более точному моделированию и прогнозированию процессов добычи нефти [2].

Однако, необходимо учитывать, что дополнительная цифровая обработка сейсмических данных требует высокой вычислительной мощности и специализированного программного обеспечения. Поэтому, для эффективной обработки данных необходимо использовать современные компьютерные технологии и методы параллельных вычислений.

В целом, дополнительная цифровая обработка сейсмических данных на месторождениях нефти и газа является неотъемлемой частью процесса разведки и разработки. Она позволяет повысить качество и точность результатов сейсмических исследований, что в свою очередь способствует более эффективной добыче углеводородов и оптимизации эксплуатации месторождения [2].

Список литературы

1. Постников Е.В., Симоненко Е.П. Пересчет геологических и извлекаемых запасов нефти, растворенного и свободного газа и сопутствующих компонентов залежей "C2+3 ", "P1a+s", "P1k", "P2-VI", P2-VII" Южно-Хыльчуйского месторождения по состоянию на 01.01.2011 г. *НРМ 12686 НЭ, Тверь, 2011 г.
2. Степанов А.В. Обработка сейсмических данных: Учебно-методическое пособие к курсам повышения квалификации «Петрофизика и геофизика в нефтяной геологии».-Казань: Казанский университет, 2013.- 24 с.

References

1. Postnikov E.V., Simonenko E.P. Recalculation of geological and recoverable reserves of oil, dissolved and free gas and associated components of the deposits "C2+3", "P1a+s", "P1k", "P2-VI", P2-VII" of the Yuzhno-Khylchuyuskoye field as of 01.01.2011 *NRM 12686 NE, Tver, 2011
 2. Stepanov A.V. Seismic Data Processing: Educational and Methodological Manual for Advanced Training Courses "Petrophysics and Geophysics in Petroleum Geology".- Kazan: Kazan University, 2013.- p.24
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.056

УГРОЗЫ БЕЗОПАСНОСТИ И АТАКИ В ИИ

¹Некрасов Е.А., Петренко С.А.

ФГБОУ ВО «МИРЭА - РОССИЙСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ», г. Москва, Россия (119454, г. Москва, Пр-т Вернадского, д. 78, стр.4), e-mail: ¹evgeniinekr@yandex.ru

Целью данной статьи является понимание нынешнего сценария атак ИИ и угроз безопасности и конфиденциальности ИИ. Риски, связанные с атаками на ИИ, медленно но верно становятся все более очевидными, что приводит к множеству финансовых и социальных потерь. Состязательные атаки, атаки на инверсию модели, атаки с отравлением, атаки с извлечением данных и атаки на вывод членства — вот некоторые категории, под которые в этой статье будут подпадать различные типы атак на модели искусственного интеллекта. Таким образом, эта статья послужит классификацией различных подобных атак на модели искусственного интеллекта.

Ключевые слова: Машинное обучение, безопасность, конфиденциальность, враждебные атаки, искусственный интеллект.

SECURITY THREATS AND ATTACKS IN AI

¹Nekrasov E.A., Petrenko S.A.

MIREA - RUSSIAN TECHNOLOGICAL UNIVERSITY, Moscow, Russia (119454, Moscow, avenue. Vernadsky, 78, b. 4), e-mail: ¹evgeniinekr@yandex.ru

The purpose of this article is to understand the current scenario of AI attacks and threats to AI security and privacy. The risks associated with attacks on AI are slowly but surely becoming more obvious, which leads to a lot of financial and social losses. Adversarial attacks, model inversion attacks, poisoning attacks, data extraction attacks, and membership withdrawal attacks are some of the categories that various types of attacks on artificial intelligence models will fall under in this article. Thus, this article will serve as a classification of various similar attacks on artificial intelligence models.

Keywords: Machine learning, security, privacy, hostile attacks, artificial intelligence.

Введение

Искусственный интеллект (ИИ) стремительно развивается и интегрируется в различные приложения и сервисы, что приводит к увеличению числа атак ИИ и рисков для безопасности и конфиденциальности ИИ. В результате крайне важно исследовать текущее состояние атак ИИ и риски, которые они представляют для безопасности и конфиденциальности ИИ. Основываясь на последних интернет-данных и литературе, можно выделить несколько преобладающих моделей и опасностей, связанных с безопасностью и конфиденциальностью ИИ [3,4,5]. Чтобы снизить эти риски, предприятия должны внедрять надежные протоколы безопасности, такие как строгий контроль доступа, усовершенствованные механизмы шифрования и частые оценки безопасности. Кроме того, они должны гарантировать, что их системы ИИ прозрачны и подлежат надзору, соответствуют законам и нормативным актам в области конфиденциальности. В этой представлено подробный обзор атак ИИ и рисков для безопасности и конфиденциальности ИИ. В документе подчеркивается важность разработки

безопасных и надежных моделей ИИ для обеспечения конфиденциальности и сохранности конфиденциальных данных. Цель этого документа - информировать о потенциальных рисках и проблемах, связанных с защитой систем ИИ, путем изучения различных типов атак ИИ [4].

1. Атаки

Основными видами атак на модели искусственного интеллекта и машинного обучения являются атаки с состязательными воздействиями, атаки с инверсией модели, атаки с внедрением искаженных данных, атаки с извлечением данных и атаки с определением принадлежности данных. В течении последнего времени эти виды атак подверглись детальному изучению.

Состязательные атаки являются одними из наиболее распространенных атак на модели искусственного интеллекта и машинного обучения. Состязательные атаки предназначены для внесения небольших изменений во входные данные, что приводит к неправильной классификации входных данных моделью. Состязательные атаки могут быть целенаправленными или нецелевыми. Целенаправленные атаки заставляют модель выдавать конкретный неверный результат, в то время как нецелевые атаки приводят к тому, что модель выдает неверный результат. Состязательные атаки могут привести к значительным потерям во многих приложениях, таких как самоуправляемые автомобили и медицинские диагнозы. Атаки с использованием инверсии модели - это еще одна атака на модели искусственного интеллекта и машинного обучения. Целью этих атак является извлечение информации о данных обучения из модели. При атаках с использованием инверсии модели злоумышленник может использовать выходные данные модели для восстановления входных данных, чтобы ввести в заблуждение исходную модель машинного обучения. Эти атаки могут привести к утечке конфиденциальной информации, которая может быть использована для различных неэтичных действий. Атаки с отравлением - это еще один распространенный тип атак на модели искусственного интеллекта и машинного обучения. При атаках с отравлением злоумышленник вводит вредоносные данные в набор обучающих данных, чтобы манипулировать поведением модели во время тестирования. Эти атаки может быть сложно обнаружить и смягчить, поскольку на этапе обучения зараженные данные могут быть незаметны. При атаке с извлечением данных злоумышленник, не имеющий предварительных знаний о модели, пытается извлечь конфиденциальные данные, используемые для обучения модели. Атаки с извлечением данных предназначены для извлечения информации об обучающих данных из модели. Злоумышленник может использовать выходные данные модели для получения информации об обучающих данных. Эти атаки могут привести к утечке конфиденциальной информации. Атаки с выводом членства предназначены для определения того, использовалась ли конкретная точка данных в обучающем наборе данных. При атаках с выводом членства злоумышленник может использовать выходные данные модели, чтобы определить, использовалась ли конкретная точка данных в наборе обучающих данных. В этой атаке злоумышленник пытается получить обучающие данные из прогноза, полученного в результате ответа модели. Эти атаки могут привести к утечке конфиденциальной информации.

Исследователи предложили различные методы предотвращения таких атак, такие как состязательное обучение, очистка данных и сокращение модели. Состязательное обучение включает в себя обучение модели на состязательных примерах для повышения ее устойчивости к противоборствующим атакам. Очистка данных включает в себя фильтрацию

обучающего набора данных для удаления вредоносных или нерелевантных данных. Очистка модели включает в себя удаление ненужных функций или соединений из модели для снижения сложности и повышения надежности.

2. Защита моделей искусственного интеллекта

Защита моделей искусственного интеллекта (ИИ) стала ключевым аспектом разработки, учитывая возможность их использования злоумышленниками. Обеспечение безопасности моделей ИИ включает защиту от различных атак, таких как состязательные атаки, атаки на изменение модели, отравляющие атаки, атаки на извлечение данных и атаки на вывод членства. Для защиты моделей ИИ используются различные подходы, включая состязательное обучение, которое делает модель более устойчивой к атакам, обучая ее на чистых и состязательных примерах. Также применяются методы обнаружения аномалий для определения атак, путем мониторинга входных и выходных данных модели и выявления неожиданного поведения или закономерностей, которые могут указывать на атаку.

2.1. Подходы

Защита моделей искусственного интеллекта стала ключевой задачей из-за расширения использования ИИ в разных отраслях. Для обеспечения безопасности моделей ИИ существует много способов. Вот некоторые из этих подходов:

Состязательное обучение – такой подход добавляет состязательные примеры в обучающие данные для повышения устойчивости модели к атакам. Он прост и эффективен, но может быть затратным в вычислительном плане и не гарантирует полной защиты от всех атак. Очистка входных данных – этот подход предполагает предварительную обработку данных для удаления вредоносных элементов. Он эффективен и требует низких вычислительных затрат, но может быть неэффективен против сложных атак, способных обойти очистку. Такой подход, как объяснимость модели, предполагает повышение прозрачности и интерпретируемости модели для выявления и предотвращения атак. Он может выявить уязвимости и повысить доверие к модели, но реализация может быть сложной, и он может быть неэффективен против атак, использующих слабые места в архитектуре модели. Диверсификация моделей предполагает обучение нескольких моделей с разными архитектурами или параметрами для повышения надежности системы. Он эффективен против множества атак и может улучшить точность, но требует значительных вычислительных ресурсов и может быть неприменим для всех приложений. Интегрированное обучение, предполагает обучение модели с использованием данных из разных источников без обмена данными, что повышает конфиденциальность и снижает риск атак.

Защита моделей ИИ включает обеспечение конфиденциальности данных, используя методы, такие как дифференциальная конфиденциальность, которая добавляет случайный шум к данным. Проблемы защиты включают трудность интерпретации моделей глубокого обучения и сложность разработки эффективных средств защиты. Для решения этих проблем предлагаются лучшие практики, такие как регулярное обновление и тестирование защиты, использование объяснимых методов ИИ и интеграция безопасности в весь процесс разработки ИИ.

Защита моделей ИИ – это сложная, но важная область исследований для обеспечения надежности систем ИИ в разных областях.

3. Методы обнаружения атаки AI или ML

Методы обнаружения атак на модели AI или ML – это инструменты, которые определяют, была ли модель атакована. Они важны для повышения безопасности моделей AI и ML, выявляя потенциальные атаки и уменьшая их последствия.

Использование этих методов позволяет обнаруживать атаки на ранней стадии, снижать ущерб и повышать безопасность и надежность моделей. Организации могут активно отслеживать свои модели и выявлять подозрительные действия, что улучшает их способность быстро реагировать на инциденты безопасности. Эти методы также укрепляют доверие между пользователями и заинтересованными сторонами, показывая приверженность защите конфиденциальных данных и обеспечению точности и надежности моделей AI и ML. Существуют различные типы методов обнаружения.

Защитная дистилляция – это метод обнаружения атак на глубокие нейронные сети, предложенный для защиты от противоречивых примеров, которые заставляют модель машинного обучения делать неверные прогнозы. Метод заключается в обучении второй нейронной сети (дистиллированной модели) для аппроксимации выходных данных исходной модели (модели учителя). Регуляризация – это метод обнаружения для защиты моделей машинного обучения от атак, цель которого – ограничить сложность модели и предотвратить переобучение. Существуют разные типы регуляризации, такие как L1, L2 и отсев, каждый из которых применяет различные штрафы к параметрам модели во время обучения для создания более простых моделей. Регуляризация эффективна для повышения устойчивости моделей к различным атакам, но может быть недостаточной и должна использоваться в сочетании с другими методами обнаружения и мерами безопасности. Обнаружение отклонений в данных – это метод выявления атак на модели AI и ML, который фокусируется на наблюдениях, значительно отличающихся от других в наборе данных, что может указывать на аномалии или потенциальные атаки. Выбросы могут быть обнаружены с помощью статистических методов и методов машинного обучения, таких как кластеризация, классификация и регрессионный анализ. Надежные статистические методы – это важный подход к обнаружению аномалий или выбросов в данных, которые могут вызвать атаки на модели AI и ML. Эти методы используют статистические модели, устойчивые к выбросам, и способны точно выявлять отклонения от ожидаемых закономерностей в данных. Дифференциальная конфиденциальность – это метод защиты конфиденциальной информации при обработке данных, который добавляет случайный шум к данным для скрытия личной информации, сохраняя при этом полезную информацию. В контексте безопасности AI и ML дифференциальная конфиденциальность может предотвратить получение злоумышленниками конфиденциальной информации из обучающих данных или выходных данных модели. Механизмы рандомизированного реагирования – это метод обнаружения атак на AI или ML, который сохраняет конфиденциальность данных при предоставлении статистической информации. Он вносит случайность в данные, скрывая их истинное значение, но сохраняя распределение, похожее на исходные данные.

Атаки ИИ и риски для безопасности и конфиденциальности ИИ вызывают все большую обеспокоенность по мере того, как модели ИИ становятся все более распространенными. В этом обзорном документе рассматриваются различные типы атак ИИ и риски для безопасности и конфиденциальности ИИ. Важно разработать надежные и защищенные модели

искусственного интеллекта, устойчивые к атакам, чтобы обеспечить конфиденциальность и сохранность конфиденциальных данных.

Список литературы

1. C. Campbell, K. Plangger, S. Sands, and J. Kietzmann, “Preparing for an era of deepfakes and ai-generated ads: A framework for understanding responses to manipulated advertising,” *Journal of Advertising*, vol. 51, no. 1, pp. 22–38, 2022.
2. B. Guembe, A. Azeta, S. Misra, V. C. Osamor, L. Fernandez-Sanz, and V. Pospelova, “The emerging threat of ai-driven cyber attacks: A review,” *Applied Artificial Intelligence*, vol. 36, no. 1, p. 2037254, 2022.
3. B. Li, P. Qi, B. Liu, S. Di, J. Liu, J. Pei, J. Yi, and B. Zhou, “Trustworthy ai: From principles to practices,” *ACM Computing Surveys*, vol. 55, no. 9, pp. 1–46, 2023.
4. I. J. Goodfellow, J. Shlens, and C. Szegedy, “Explaining and harnessing adversarial examples,” 2015.
5. N. Papernot, P. McDaniel, A. Sinha, and M. Wellman, “Sok: Security and privacy in machine learning,” 04 2018, pp. 399–414.
6. N. Carlini and D. Wagner, “Towards evaluating the robustness of neural networks,” in 2017 IEEE Symposium on Security and Privacy (SP), 2017, pp. 39–57.
7. F. Tramer, F. Zhang, A. Juels, M. K. Reiter, and T. Ristenpart, “Stealing machine learning models via prediction apis,” 2016.
8. B. Biggio, I. Corona, D. Maiorca, B. Nelson, N. Srndi c, P. Laskov, G. Giacinto, and F. Roli, “Evasion attacks against machine learning at test time,” in *Machine Learning and Knowledge Discovery in Databases*, H. Blockeel, K. Kersting, S. Nijssen, and F. Zelezn ́ y, Eds. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2013, pp. 387–402.
9. K. Shaukat Dar, S. Luo, V. Varadharajan, I. Hameed, and M. Xu, “A survey on machine learning techniques for cyber security in the last decade,” *IEEE Access*, 11 2020.
10. N. Papernot, P. McDaniel, I. Goodfellow, S. Jha, Z. B. Celik, and A. Swami, “Practical black-box attacks against machine learning,” 2017.
11. M. T. Ribeiro, S. Singh, and C. Guestrin, ““why should i trust you?”: Explaining the predictions of any classifier,” 2016.
12. M. T. Ribeiro, S. Singh, and C. Guestrin, ““why should i trust you?”: Explaining the predictions of any classifier,” 2016.
13. Z. C. Lipton, “The mythos of model interpretability,” 2017.
14. N. Srivastava, G. Hinton, A. Krizhevsky, I. Sutskever, and R. Salakhutdinov, “Dropout: A simple way to prevent neural networks from overfitting,” *Journal of Machine Learning Research*, vol. 15, pp. 1929–1958, 06 2014.
15. C. Dwork, “Differential privacy: A survey of results,” in *Theory and Applications of Models of Computation*, M. Agrawal, D. Du, Z. Duan, and A. Li, Eds. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2008, pp. 1–19.

References

1. C. Campbell, K. Plangger, S. Sands, and J. Kietzmann, “Preparing for an era of deepfakes and ai-generated ads: A framework for understanding responses to manipulated advertising,” *Journal of Advertising*, vol. 51, No. 1, pp. 22-38, 2022.

2. B. Guembe, A. Azeta, S. Misra, V. C. Osamor, L. Fernandez-Sanz, and V. Pospelova, “The emerging threat of ai-driven cyber attacks: A review,” *Applied Artificial Intelligence*, vol. 36, No. 1, p. 2037254, 2022.
 3. B. Li, P. Qi, B. Liu, S. Di, J. Liu, J. Pei, J. Yi, and B. Zhou, “Trustworthy ai: From principles to practices,” *ACM Computing Surveys*, vol. 55, no. 9, pp. 1–46, 2023.
 4. I. J. Goodfellow, J. Shlens, and C. Szegedy, “Explaining and harnessing adversarial examples,” 2015.
 5. N. Papernot, P. McDaniel, A. Sinha, and M. Wellman, “Sok: Security and privacy in machine learning,” 04 2018, pp. 399–414.
 6. N. Carlini and D. Wagner, “Towards evaluating the robustness of neural networks,” in 2017 IEEE Symposium on Security and Privacy (SP), 2017, pp. 39–57.
 7. F. Tramer, F. Zhang, A. Juels, M. K. Reiter, and T. Ristenpart, “Stealing machine learning models via prediction apis,” 2016.
 8. B. Biggio, I. Corona, D. Maiorca, B. Nelson, N. Srndi c, P. Laskov, G. Giacinto, and F. Roli, “Evasion attacks against machine learning at test time,” in *Machine Learning and Knowledge Discovery in Databases*, H. Blockeel, K. Kersting, S. Nijssen, and F. Zelezn ́ y, Eds. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2013, pp. 387–402.
 9. K. Shaukat Dar, S. Luo, V. Varadharajan, I. Hameed, and M. Xu, “A survey on machine learning techniques for cyber security in the last decade,” *IEEE Access*, 11 2020.
 10. N. Papernot, P. McDaniel, I. Goodfellow, S. Jha, Z. B. Celik, and A. Swami, “Practical black-box attacks against machine learning,” 2017.
 11. M. T. Ribeiro, S. Singh, and C. Guestrin, ““why should i trust you?”: Explaining the predictions of any classifier,” 2016.
 12. M. T. Ribeiro, S. Singh, and C. Guestrin, ““why should i trust you?”: Explaining the predictions of any classifier,” 2016.
 13. Z. C. Lipton, “The mythos of model interpretability,” 2017.
 14. N. Srivastava, G. Hinton, A. Krizhevsky, I. Sutskever, and R. Salakhutdinov, “Dropout: A simple way to prevent neural networks from overfitting,” *Journal of Machine Learning Research*, vol. 15, pp. 1929–1958, 06 2014.
 15. C. Dwork, “Differential privacy: A survey of results,” in *Theory and Applications of Models of Computation*, M. Agrawal, D. Du, Z. Duan, and A. Li, Eds. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2008, pp. 1–19.
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.942

МОДЕЛИРОВАНИЕ НОМИНАЛЬНОГО РЕЖИМА РАБОТЫ РЕАКТОРНОЙ УСТАНОВКИ НА БЫСТРЫХ НЕЙТРОНАХ С НАТРИЕВЫМ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕМ

Гайдаенко В.Д., ¹Прохоров И.А.

ФГБОУ ВО "НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ УНИВЕРСИТЕТ «МОСКОВСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ», Москва, Россия (111250, г. Москва, Красноказарменная ул., 14, стр.1) e-mail: ¹prokhorov.igor2202@mail.ru

В работе рассматривается стационарное распределение теплотехнических параметров реактора МБИР с натриевым теплоносителем на номинальной мощности, равной 150 МВт. Расчетный анализ может быть использован для обоснования безопасности при исходных событиях нарушения нормальной эксплуатации.

Ключевые слова: Теплогидравлика, расчетный анализ, безопасность.

SIMULATION OF THE NOMINAL OPERATING MODE OF A FAST NEUTRON REACTOR WITH A SODIUM COOLANT

Gaidaenko V.D., Prokhorov I.A.

"NATIONAL RESEARCH UNIVERSITY "MOSCOW POWER ENGINEERING INSTITUTE", Moscow, Russia (111250, Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14, bld.1) e-mail: ¹prokhorov.igor2202@mail.ru

The article is devoted the stationary distribution of thermal parameters of the sodium cooled reactor MBIR at a power of 150 MW. Computational analysis can be used to proving the safety an initiating events of disruption normal operation

Keywords: Thermohydraulics, computational analysis, safety.

Введение

МБИР – строящийся в России в г. Димитровград многоцелевой научно-исследовательский реактор на быстрых нейтронах четвёртого поколения [1]. Строительство началось в 2015 году, ввод реактора в эксплуатацию намечен на 2028 год. Отличительной особенностью РУ МБИР, по сравнению с действующим в настоящее время исследовательским реактором на быстрых нейтронах БОР-60, является большее количество экспериментальных объемов в активной зоне реактора и его отражателе, благодаря которым возможно производить массовые испытания для ядерно-энергетических систем четвертого поколения, другой отличительной чертой является наличие экспериментальных каналов, в которые помещается экспериментальная тепловыделяющая сборка, охлаждаемая независимо от первого контура.

РУ МБИР предназначена для [2]:

- замещения вырабатывающего продлённый ресурс опытного реактора на быстрых нейтронах БОР-60;
- обеспечения выполнения широкого спектра исследовательских и экспериментальных работ с использованием реакторного излучения по различным направлениям.

Тепловая мощность реактора в режиме нормальной эксплуатации равна 150 МВт, суммарный расход через а.з. – 650 кг/с.

Исходные данные

Компоновка активной зоны включает в себя следующие элементы: 93 ТВС, 8 ячеек с органами СУЗ (2 ручных регулятора (РО РР), 2 компенсирующих органа (РО КР), 2 органа аварийной защиты (РО АЗ), 2 автоматических регулятора (РО АР)), 3 экспериментальных канала, 14 материаловедческих сборок. В центре размещен петлевой канал, на границе а.з. и бокового экрана (БЭ) – петлевой канал 1, в боковом экране – петлевой канал 2.

ТВС реактора МБИР представляет собой конструкцию, включающую в себя пучок из 91 стержневого твэла (30 периферийных твэлов, 61 центральный твэл) и навитой дистанционирующей проволоки, чехла шестигранного сечения, головки, переходника, штока и хвостовика.

Твэл реактора МБИР представляет собой цилиндр, включающего в себя смешанный оксидный уран-плутониевый виброуплотненный топливный сердечник диаметром 5.4 мм и оболочку толщиной 0.3 мм, изготовленную из стали.

Моделирование работы автоматического регулятора шибера воздушного теплообменника (ВТО) и реализация уравнений точечной кинетики с шестью группами запаздывающих нейтронов осуществляются с помощью контрольных функций программы HYDRA. Регулятор осуществляет поддержание температуры натрия на выходе из ВТО на уровне, который определяется режимом работы реактора [3]. Для номинального режима работы в данной модели уставка температуры натрия на выходе из ВТО принята равной 290 °С.

Замыкающие соотношения для коэффициентов гидравлического сопротивления и теплоотдачи зависят от типа теплоносителя и его режима течения. Они были выбраны согласно рекомендациям, приведенным в [4,5].

Описание расчетной схемы

На Рисунке 1 изображена схема одной из петель РУ МБИР. Числами 1, 2, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 15, 16, 18, 19, 21, 22, 31, 32-38, 40, 41, 46, 47 обозначены точки с измерением температуры теплоносителей. В точках 3, 4, 7, 10, 13, 14, 17, 20, 24, 39, 43 измеряются массовые расходы. Точки 23 и 42 – граничные условия по давлению в баках-компенсаторах. Точки 25, 27, 29 – граничные условия по массовому расходу воды в модулях ОПГ, 26, 28, 30 – по давлению соответственно. Точки 44 и 45 – граничные условия по давлению воздуха ВТО.

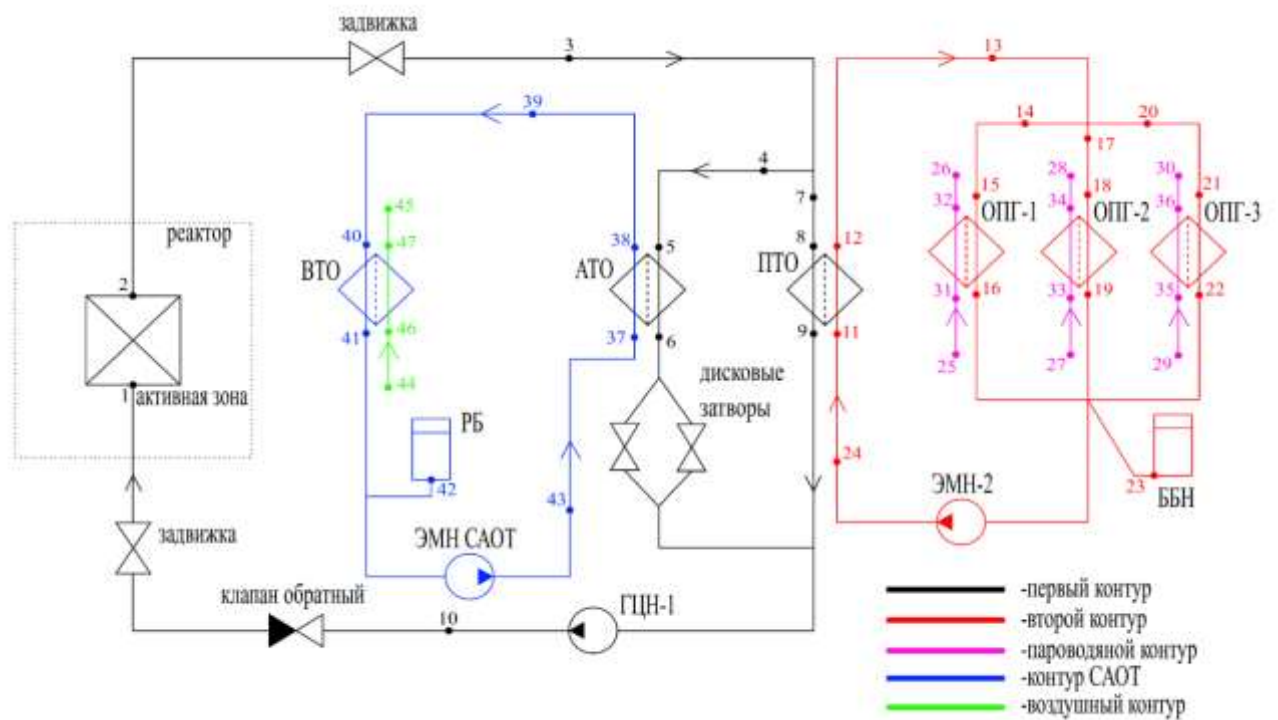


Рисунок 1 – Расчетная схема РУ МБИР

Расчетное моделирование номинального режима

Основные результаты расчета моделирования РУ на номинальном уровне мощности представлены на Рисунках 2, 3.

Начальные температуры для режима установления во всех расчетных ячейках равны 330 °С.

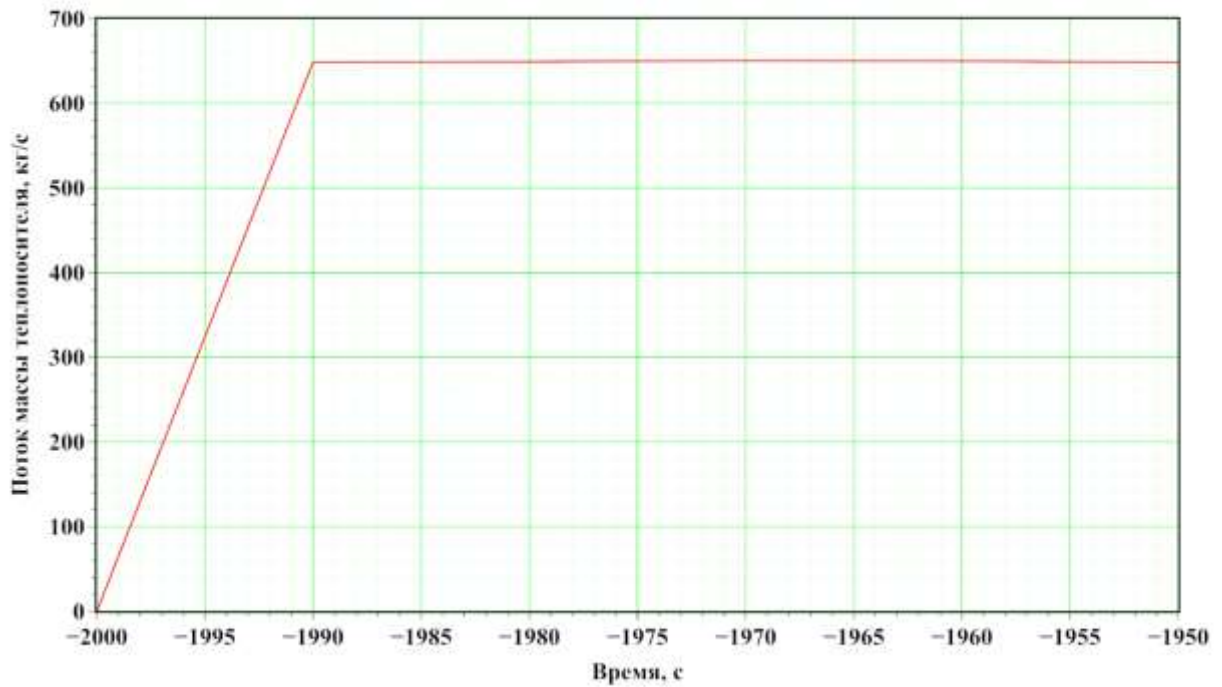


Рисунок 2 – Изменение массового расхода натрия через реактор

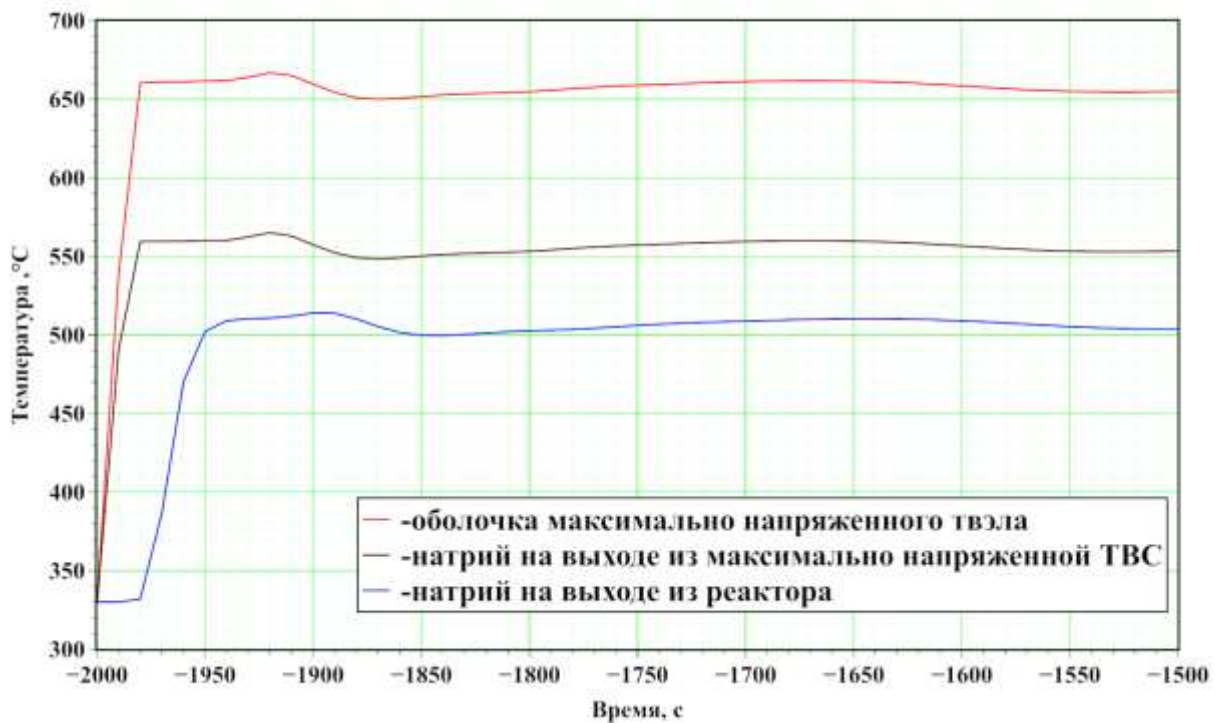


Рисунок 3 – Изменение температуры оболочки максимально напряженного ТВЭЛ, натрия на выходе из максимально напряженной ТВС и натрия на выходе из активной зоны

В Таблице 1 приведены расчётные значения расходов и температур на входе и выходе по контурам теплоотвода ИЯУ МБИР.

Таблица 1 – Расчётные значения расходов и температур в контурах теплоотвода

Расположение точки на схеме	Расход, кг/с	Температура на входе/выходе, °С
Реактор	649,3	328/508
ТВС максимальной мощности	5,73	328/558
ПТО по первому контуру	312,0	508/328
ПТО по второму контуру	310,7	293/468
Модуль ОПГ по второму контуру	103,6	468/293
Модуль ОПГ по пароводяному контуру	10,03	190/440
АТО по первому контуру	12,7	508/328
АТО по контуру САОТ	12,0	284/465
ВТО по контуру САОТ	13,0	465/284
ВТО по воздушному контуру	11,5	30/270

Выводы

Рассмотрено стационарное распределение теплотехнических параметров реактора на номинальной мощности. Расчетный анализ может быть использован для обоснования безопасности при исходных событиях нарушения нормальной эксплуатации. Максимальная расчетная температура внутренней поверхности оболочки наиболее энергонапряженного твэла составляет 650 °С. Для режима установления необходимо примерно 500 секунд машинного времени.

Список литературы

1. <https://ru.wikipedia.org/wiki/МБИР>
2. Бать Г.А. и др. Исследовательские ядерные реакторы: Учеб. Пособие для вузов/Г.А. Бать, А.С. Коченов, Л.П. Кабанов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 280 с., ил.
3. Андрияшин А.В. Управление и инноватика в теплоэнергетике: учебное пособие / А.В. Андрияшин, В.Р. Сабанин, Н.И. Смирнов. – М.: Издательский дом МЭИ, 2011. – 392.: ил.
4. Кириллов П.Л., Бобков В.П., Жуков А.В., Юрьев Ю.С. Справочник по теплогидравлическим расчётам в ядерной энергетике. В 3 т. Том 1: Теплогидравлические процессы в ЯЭУ. / Под редакцией доктора технических наук, профессора П.Л. Кириллова. – Москва: ИзДАТ, 2010. – 771 с.
5. Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи. Изд. 2-е, М.: Энергия, 1977.

References

1. <https://ru.wikipedia.org/wiki/МБИР>
2. Bat G.A. et al. Research nuclear reactors: Studies. Handbook for universities/G.A. Bat, A.S. Kochenov, L.P. Kabanov. – 2nd ed., reprint. and additional. – М.: Energoatomizdat, 1985. – 280 p., ill.

3. Andryushin A.V. Management and innovation in thermal power engineering: a textbook / A.V. Andryushin, V.R. Sabanin, N.I. Smirnov. – М.: Publishing House of MEI, 2011. – 392.: ill.
 4. Kirillov P.L., Bobkov V.P., Zhukov A.V., Yuryev Y.S. Handbook of thermohydraulic calculations in nuclear power engineering. In 3 vols . Volume 1: Thermohydraulic processes in nuclear power plants. / Edited by Doctor of Technical Sciences, Professor P.L. Kirillov. – Moscow: IzdAT, 2010. – 771 p
 5. Mikheev M.A., Mikheeva I.M. Fundamentals of heat transfer. 2nd edition, Moscow: Energiya, 1977.
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 536.12

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ ТВЭЛА С ПЕРЕМЕННЫМ ОБЪЕМНЫМ ТЕПЛОВЫДЕЛЕНИЕМ ПРИ ГРАНИЧНОМ УСЛОВИИ ПЕРВОГО РОДА

Канарейкин А.И.

ФГБОУ ВО «РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ СЕРГО ОРДЖОНИКИДЗЕ (МГРИ)», Москва, Россия, (117485, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 23), e-mail: kanareykins@mail.ru

Работа посвящена тепловому расчёту твэлов. Основной целью статьи является определение температурного поля твэла с переменным объёмным тепловыделением при граничном условии первого рода. В ней учитывается координатная зависимость тепловыделения. Также производится анализ поведения температурного поля по его сечению. Решение приведено в декартовой системе координат. Перепад температур между центром твэла и его поверхностью носит параболический характер. Полученный результат может полезен для определения термонапряжённого состояния твэлов.

Ключевые слова: Температурное поле, твэл, цилиндр, объёмное тепловыделение, граничные условия первого рода, оператор Лапласа.

DETERMINATION OF THE TEMPERATURE FIELD OF A FUEL ELEMENT WITH VARIABLE VOLUMETRIC HEAT RELEASE UNDER A BOUNDARY CONDITION OF THE FIRST KIND

Kanareykin A.I.

SERGO ORDZHONIKIDZE RUSSIAN STATE UNIVERSITY FOR GEOLOGICAL PROSPECTING, Moscow, Russia, (117485, Moscow, st. Miklukho-Maklaya 23), e-mail: kanareykins@mail.ru

The work is devoted to the thermal calculation of fuel rods. The main purpose of the article is to determine the temperature field of a fuel element with variable volumetric heat release under a boundary condition of the first kind. It takes into account the coordinate dependence of heat release. The behavior of the temperature field is also analyzed by its cross section. The solution is given in the Cartesian coordinate system. The temperature difference between the center of the fuel element and its surface is parabolic. The result obtained can be useful for determining the thermally stressed state of fuel rods.

Keywords: Temperature field, fuel element, cylinder, volumetric heat dissipation, boundary conditions of the first kind, Laplace operator.

Прочность и надёжность ядерных реакторов определяется уровнем и характером распределения внутренних напряжений. Их определение в общем случае сводится к решению уравнений математической физики и весьма часто представляет значительные математические трудности [1-6].

При проектировании твэлов используют материалы с переменными свойствами. Их использование даёт возможность улучшить прочностные характеристики и в конечном счёте управлять уровнем и характером распределения напряжений. Среди последних преобладающую роль занимают температурные напряжения. Их появление обусловлено неоднородной температурной деформацией. В материалах ядерной техники подобная деформация связана с объёмным тепловыделением за счёт превращения кинетической энергии атомов деления тяжёлых элементов (урана, плутония, тория) в тепловую. При определении термонапряжений объёмное тепловыделение считается постоянной величиной. Её зависимость от различных факторов носит параметрический характер и не влияет на решение задач теплопроводности. Однако в некоторых случаях тепловыделение имеет координатную зависимость [7-15].

Актуальность работы обусловлена тем, что в ней учитывается координатная зависимость тепловыделения. Что приводит к изменению термонапряжённого состояния.

Целью работы является определение температурного поля твэла с переменным объёмным тепловыделением при граничном условии первого рода.

Для решения поставленной задачи рассмотрим длинный сплошной цилиндр, объёмное тепловыделение в котором подчиняется следующей зависимостью

$$q_v = q_v^0 \left(1 + \left(\frac{r}{R} \right)^2 \right) \quad (1)$$

где: q_v – объёмное тепловыделение вдоль оси цилиндра, r – произвольный радиус цилиндра, R – внешний радиус цилиндра.

Температурное поле твэла находится из решения стационарного уравнения теплопроводности [16]

$$\Delta T = - \frac{q_v^0}{\lambda} \left(1 + \left(\frac{r}{R} \right)^2 \right) \quad (2)$$

где: λ – коэффициент теплопроводности.

В случае твэла цилиндрической формы оператор Лапласа [17] удобно рассматривать в полярной системе координат

$$\frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial T}{\partial r} \right) = - \frac{q_v^0}{\lambda} \left(1 + \frac{r^2}{R^2} \right) \quad (3)$$

Умножим обе части на r

$$\frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial T}{\partial r} \right) = - \frac{q_v^0}{\lambda} \left(r + \frac{r^3}{R^2} \right) \quad (4)$$

Проинтегрируем по r

$$r \frac{\partial T}{\partial r} = - \frac{q_v^0}{\lambda} \left(C_1 + \frac{r^2}{2} + \frac{r^4}{4R^2} \right) \quad (5)$$

Теперь поделим на r

$$\frac{\partial T}{\partial r} = - \frac{q_v^0}{\lambda} \left(\frac{C_1}{r} + \frac{r}{2} + \frac{r^3}{4R^2} \right) \quad (6)$$

В силу неразрывности температурного поля $C_1=0$, тогда

$$\frac{\partial T}{\partial r} = -\frac{q_v^0}{\lambda} \left(\frac{r}{2} + \frac{r^3}{4R^2} \right) \quad (7)$$

Ещё раз проинтегрируем по r

$$T = -\frac{q_v^0}{\lambda} \left(C_2 + \frac{r^2}{2} + \frac{r^4}{4R^2} \right) \quad (8)$$

Для определения константы интегрирования C_2 воспользуемся граничным условием первого рода: при $r=R$ $T=0$, откуда

$$C_2 = -\frac{5}{16} R^2 \quad (9)$$

Соответствующее решение задачи (2) имеет вид

$$T = \frac{q_v^0 R^2}{16\lambda} \left(5 - 4 \frac{r^2}{R^2} - \frac{r^4}{R^4} \right) \quad (10)$$

Согласно соотношению (1) объёмное тепловыделение меняется от q_v^0 ($r=0$) до $2q_v^0$ ($r=R$). Сравним решение (10) для постоянного тепловыделения с минимальным и максимальным значениями

$$T_1 = \frac{q_v^0 R^2}{4\lambda} \left(1 - \frac{r^2}{R^2} \right) \quad (11)$$

$$T_2 = \frac{q_v^0 R^2}{2\lambda} \left(1 - \frac{r^2}{R^2} \right) \quad (12)$$

Графические зависимости соотношений (11) и (12) приведены на рис. 1.

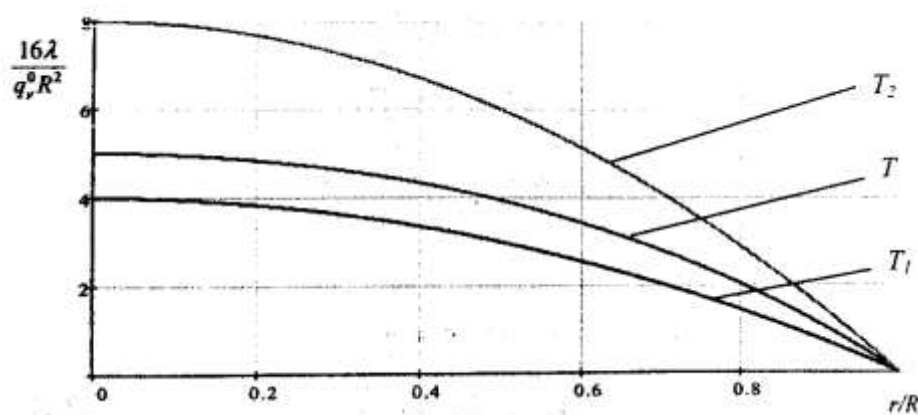


Рисунок 1 - Приведенное значение температуры между центром и границей тепловыделяющего цилиндра с переменным объемным тепловыделением.

Видно, что температурный перепад между центром и границей тепловыделяющего цилиндра для соотношения (10) является промежуточным между соотношениями (11) и (12).

Таким образом, в статье была решена задача об определении температурного поля твэла с переменным объемным тепловыделением при граничном условии первого рода. Также приведены частные случаи. Перепад температур между центром твэла и его поверхностью

носит параболический характер. Полученный результат может полезен для определения термонапряжённого состояния твэлов.

Список литературы

1. Доллежал, Н. А. Канальный ядерный энергетический реактор / Н. А. Доллежал, И. Я. Емельянов. — М.: Атомиздат, 1980. — 208 с.
2. Kanareykin, A. I. Simulation of a fuel element made of plutonium dioxide // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022. Т. 1045. № 1. С. 012070.
3. Kanareykin, A. I. Mathematical modeling of the fuel element of a nuclear reactor taking into account the temperature dependence of the thermal conductivity of the fuel element made of uranium oxide // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 4. Сер. "IV International Scientific and Practical Conference "Actual Problems of the Energy Complex: Physical Processes, Mining, Production, Transmission, Processing and Environmental Protection"", 2022. С. 012012.
4. Kanareykin, A. I. Simulation of a fuel element made of plutonium dioxide // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022. Т. 1045. № 1. С. 012070.
5. Крамеров, А. Я. Инженерные расчеты ядерных реакторов / А. Я. Крамеров, Я. В. Шевелев. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Энергоатомиздат, 1984. — 736 с.
6. Newman C., Hansen G., Gaston D. Three-dimensional coupled simulation of thermomechanics, heat, and oxygen diffusion in UO₂ nuclear fuel rods // Journal of Nuclear Materials. – 2009. – Vol. 392. – № 1. – P. 6-15.
7. Симонова О.С., Логинов В.С. Одномерная нестационарная модель тепловыделяющей системы из произвольного числа твэлов и неактивных элементов // Фундаментальные исследования. 2014. № 5–3. С. 503–506.
8. Дунайцев А.А., Солонин В.И. Процессы массообмена в пучках оребренных стержней // Проблемы машиностроения и автоматизации. 2016. № 1. С. 125–134.
9. Ramirez J. C., Stan M., Cristea P. Simulations of heat and oxygendiffusion in UO₂ nuclear fuel rods // Journal of nuclear materials. – 2006. – Т. 359, № 3. – С. 174-184.
10. Mihaila B. et al. Simulations of coupled heat transport, oxygen diffusion, and thermal expansion in UO₂ nuclear fuel elements // Journal of Nuclear Materials. – 2009. – Vol. 394, № 2. – P. 182-189.
11. Семенович, О.В. Моделирование теплофизических процессов в тепловыделяющих сборках и активных зонах водоохлаждаемых ядерных реакторов / О.В. Семенович // Тезисы докладов и сообщений. XIV Минский международный форум по тепло и массообмену. 23–26 мая 2016 г.: в 3-х т. – Минск: ИТМО им. А.В. Лыкова НАН Беларуси, 2016. – Т. 3. – С. 410–404.
12. Kang C. H. et al. 3D finite element analysis of a nuclear fuel rod with gap elements between the pellet and the cladding // Journal of Nuclear Science and Technology. – 2015. – P. 1-8.
13. Власов, Н.М. Тепловыделяющие элементы ядерных ракетных двигателей / Н.М. Власов, И.И. Федик. - М.: ЦНИИ атоминформ, 2001. - 208с.
14. Петухов, Б.С., Генин, А.Г., Ковалев, С.А. Теплообмен в ядерных энергетических установках. - М.: Атомиздат, 1974. - 408 с.

15. Иванов, В. В. Распределение температуры в теле эллиптического сечения с внутренним источником тепла. Известия Томского политехнического института: журнал / – Томск: Томский политехнический университет, 1964. – Т. 125. – 67 с.
16. Канарейкин, А. И. Распределение температурного поля в твэле с эллиптическим поперечным сечением // Научные труды Калужского государственного университета им. К.Э. Циолковского, серия: естественные науки. - 2016. – С. 230 – 231.
17. Канарейкин, А. И. Применение уравнения Пуассона в теплофизике // Научные труды Калужского государственного университета имени К.Э. Циолковского. Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, 2016. - С. 199-200.

References

1. Доллежалъ, Н. А. Канальный ядерный энергетический реактор / Н. А. Доллежалъ, И. Я. Емельянов. — М.: Атомиздат, 1980. — 208 с.
2. Kanareykin, A. I. Simulation of a fuel element made of plutonium dioxide // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022. Т. 1045. № 1. С. 012070.
3. Kanareykin, A. I. Mathematical modeling of the fuel element of a nuclear reactor taking into account the temperature dependence of the thermal conductivity of the fuel element made of uranium oxide // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 4. Сер. "IV International Scientific and Practical Conference "Actual Problems of the Energy Complex: Physical Processes, Mining, Production, Transmission, Processing and Environmental Protection"", 2022. С. 012012.
4. Kanareykin, A. I. Simulation of a fuel element made of plutonium dioxide // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022. Т. 1045. № 1. С. 012070.
5. Крамеров, А. Я. Инженерные расчеты ядерных реакторов / А. Я. Крамеров, Я. В. Шевелев. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Энергоатомиздат, 1984. — 736 с.
6. Newman C., Hansen G., Gaston D. Three-dimensional coupled simulation of thermomechanics, heat, and oxygen diffusion in UO₂ nuclear fuel rods // Journal of Nuclear Materials. – 2009. – Vol. 392. – № 1. – P. 6-15.
7. Симонова О.С., Логинов В.С. Одномерная нестационарная модель тепловыделяющей системы из произвольного числа твэлов и неактивных элементов // Фундаментальные исследования. 2014. № 5–3. С. 503–506.
8. Дунайцев А.А., Солонин В.И. Процессы массообмена в пучках оребренных стержней // Проблемы машиностроения и автоматизации. 2016. № 1. С. 125–134.
9. Ramirez J. C., Stan M., Cristea P. Simulations of heat and oxygendiffusion in UO₂ nuclear fuel rods // Journal of nuclear materials. – 2006. – Т. 359, № 3. – С. 174-184.
10. Mihaila B. et al. Simulations of coupled heat transport, oxygen diffusion, and thermal expansion in UO₂ nuclear fuel elements // Journal of Nuclear Materials. – 2009. – Vol. 394, № 2. – P. 182-189.
11. Семенович, О.В. Моделирование теплофизических процессов в тепловыделяющих сборках и активных зонах водоохлаждаемых ядерных реакторов / О.В. Семенович // Тезисы докладов и сообщений. XIV Минский международный форум по тепло и массообмену. 23–26 мая 2016 г.: в 3-х т. – Минск: ИТМО им. А.В. Лыкова НАН Беларуси, 2016. – Т. 3. – С. 410–404.

12. Kang C. H. et al. 3D finite element analysis of a nuclear fuel rod with gap elements between the pellet and the cladding // Journal of Nuclear Science and Technology. – 2015. – P. 1-8.
 13. Власов, Н.М. Тепловыделяющие элементы ядерных ракетных двигателей / Н.М. Власов, И.И. Федик. - М.: ЦНИИ атоминформ, 2001. - 208с.
 14. Петухов, Б.С., Генин, А.Г., Ковалев, С.А. Теплообмен в ядерных энергетических установках. - М.: Атомиздат, 1974. - 408 с.
 15. Иванов, В. В. Распределение температуры в теле эллиптического сечения с внутренним источником тепла. Известия Томского политехнического института: журнал / – Томск: Томский политехнический университет, 1964. – Т. 125. – 67 с.
 16. Канарейкин, А. И. Распределение температурного поля в твэле с эллиптическим поперечным сечением // Научные труды Калужского государственного университета им. К.Э. Циолковского, серия: естественные науки. - 2016. – С. 230 – 231.
 17. Канарейкин, А. И. Применение уравнения Пуассона в теплофизике // Научные труды Калужского государственного университета имени К.Э. Циолковского. Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, 2016. - С. 199-200.
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 621.039.52

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТЕРИЕВ ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ ВТОРОГО КОНТУРА АЭС С РЕАКТОРАМИ ТИПА ВВЭР

¹ Минеев П.А., Горбунов В.А., Мечтаева М.Н.

ФГБОУ ВО «ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.И. ЛЕНИНА» Иваново, Россия (153003, Ивановская область, город Иваново, Рабфаковская ул., д.34) e-mail: ¹pasha.mineevr@ya.ru.

В статье рассматривается вопрос повышения энергетической эффективности работы второго контура Атомных Электрических Станций (АЭС). Основной идеей статьи является использование нейросетевых моделей для оптимизации работы второго контура АЭС и повышения его энергетической эффективности. В работе представлены ключевые показатели работы отдельных систем второго контура, определены целевые функции, такие как удельный расход теплоносителя-пара, удельный расход тепла и абсолютный электрический КПД брутто. Предлагается использовать эти показатели для разработки и обучения нейросетевых моделей, которые смогут помочь в оптимизации работы второго контура АЭС. Дальнейшее усовершенствование методов машинного обучения и тестирование моделей на различных сценариях с целью обеспечения безопасности и надежности работы системы также являются важными аспектами исследования. Использование нейросетей для оптимизации работы второго контура АЭС может значительно повысить энергетическую эффективность и снизить негативное воздействие на окружающую среду.

Ключевые слова: Энергетическая эффективность, Атомная Электрическая Станция, нейросетевая модель, целевая функция, КИУМ, УРП, УРТ.

SEARCH OF STANDARTS FOR OPTIMIZING NPP SECOND CIRCUIT OPERATION WITH VVER TYPE REACTORS

¹ Mineev P.A., Gorbunov V.A., Mechtaeva M.N.

IVANOVO STATE POWER ENGINEERING UNIVERSITY NAMED AFTER V.I. LENIN, Ivanovo, Russia (153003 Ivanovo, Ivanovo city, Rabfakovskaya st., 34) e-mail: ¹pasha.mineevr@ya.ru.

The article considers the issue of increasing the energy efficiency of the second circuit of Nuclear Power Plants (NPP). The main idea of the article is the use of neural network models to optimize NPP second circuit operation and increase its energy efficiency. The paper presents the key performance indicators of individual second-circuit systems, defines target functions such as the specific consumption of coolant-steam, specific heat consumption and absolute gross electrical efficiency. It is proposed to use these indicators for the development and training of neural network models that can help optimize the operation of the NPP second circuit. Further improvement of machine learning methods and testing of models in various scenarios in order to ensure the safety and reliability of the system are also important aspects of the study. The use of neural networks to optimize the operation of the NPP second circuit can significantly increase energy efficiency and reduce the negative impact on the environment.

Keywords: Energy efficiency, Nuclear Power Plant, neural network model, objective function, IPUF, SSC, SHC.

Основным показателем работы Атомных Электрических Станций является коэффициент использования установленной мощности (КИУМ). КИУМ показывает процент, на который та

или иная станция была загружена (насколько полно были задействованы ее мощности) в течение определенного периода. На сегодняшний день данный показатель широко используется, так как АЭС, в большинстве случаев, работают в базовой части графика нагрузок. Однако при помощи КИУМ практически невозможно оценить энергетическую эффективности работы, как станции в целом, так и отдельных систем и единиц оборудования.

В данной работе наибольший интерес представляет второй контур АЭС с реакторами типа ВВЭР, а именно: отдельные системы (вакуумная система, система регенерации [1], система турбопитательного насоса [2]) и паротурбинная установка (ПТУ) в целом. В ранних исследованиях были определены ключевые показатели работы отдельных (вспомогательных) систем, целью настоящего исследования является определение таких показателей для ПТУ в целом.

Определение таких показателей и дальнейшая оптимизация работы оборудования второго контура АЭС с их использованием является актуальной задачей, поскольку данные мероприятия могут позволить повысить энергетическую эффективность станций с минимальными затратами материальных, физических и временных ресурсов. В свою очередь, повышение энергетической эффективности оборудования станций является главной задачей РФ в соответствии с [3].

Одной из ключевых и очень серьезных проблем, с которой сталкивается атомная энергетика, является то, что приоритеты в организации работы атомных электростанций часто смещаются в сторону постоянного повышения безопасности и надежности функционирования первого контура, в то время как вопросы эффективности использования второго контура остаются на втором плане. Несмотря на это, стоит отметить, что усиленное внимание к повышению энергетической эффективности паротурбинного оборудования атомных электростанций может привести к значительному снижению себестоимости производимой электроэнергии. Это, в свою очередь, открывает дополнительные возможности для высвобождения ресурсов, включая ресурсы, необходимые для обеспечения безопасной эксплуатации оборудования, что может быть достигнуто за счет собственных финансовых средств атомных электростанций.

В контексте текущего исследования особое значение приобретает процесс определения критериев оптимизации, которые будут использованы в качестве основы для последующего совершенствования эксплуатационных процессов с помощью передовых методов нейросетевого моделирования. Нейросетевая модель, применяемая для моделирования второго контура, представляет собой уникальный инструмент, который может быть охарактеризован как "цифровой двойник" оборудования. Эта модель обладает высокой степенью достоверности, что делает её более предпочтительной по сравнению с другими математическими моделями аналогичного оборудования. Основанием для формирования нейросетевой модели служит не теоретический подход, а реальные эксплуатационные данные, что позволяет добиться максимальной точности и надежности моделирования.

При рассмотрении нейросетевых моделей, критерии оптимизации такие, как КИУМ, имеют название – целевая функция. Целевая функция – это вещественная или целочисленная функция нескольких переменных, подлежащая оптимизации. То есть это такая величина (как правило, определенная косвенно), которая зависит от ряда параметров (давления, температуры, расходы, электрическая мощность и т.д.), характеризует эффективность

эксплуатации единичного оборудования или системы, необходима для проведения оптимизация.

В дальнейшем расчет всех основных показателей представлен для второго контура АЭС с реактором типа ВВЭР с тихоходной паровой турбиной К-1000-60/1500. Принципиальная схема второго контура представлена на рисунке 1.

Для оптимизации работы системы регенерации, вакуумной системы и системы турбопитательных насосов в предыдущих исследованиях использовались такие показатели как:

- для системы регенерации – удельный расход тепла, коэффициент использования тепла;
- для вакуумной системы – экономический и предельный вакуум;
- для системы турбопитательных насосов – удельный расход тепла на ТПН.

На ТЭС, ТЭЦ или ГРЭС основной целевой функцией является удельный расход условного топлива на выработку электроэнергии (УРУТ на ээ). На АЭС внедрение такого показателя является достаточно сложной задачей, поскольку отсутствует прямой расход (сжигание) органического топлива, а единственным способом получения энергии является реакция деления ядер урана для АЭС с реакторами типа ВВЭР-1000, и эффективность эксплуатации определяется топливной компанией. Ближайшей характеристикой к УРУТ на ээ для оборудования второго контура является удельный расход теплоносителя-пара (УРП) на паровую турбину. Данный показатель определяет, сколько килограмм пара требуется для выработки одного кВт-ч электроэнергии. УРП является достаточно полным показателем и учитывает работу оборудования второго контура АЭС как системы в целом.

Формула для определения УРП, кг/[кВт-ч]:

$$b_{ээ} = (D_0 + D_{пп}) / N_э - b_т,$$

где D_0 – расход пара на цилиндр высокого давления турбины, т/ч;

$D_{пп}$ – расход пара промежуточного перегрева, т/ч;

$N_э$ – электрическая мощность турбины, МВт;

$b_т$ – удельный расход теплоносителя на выработку тепловой энергии, кг/[кВт-ч].

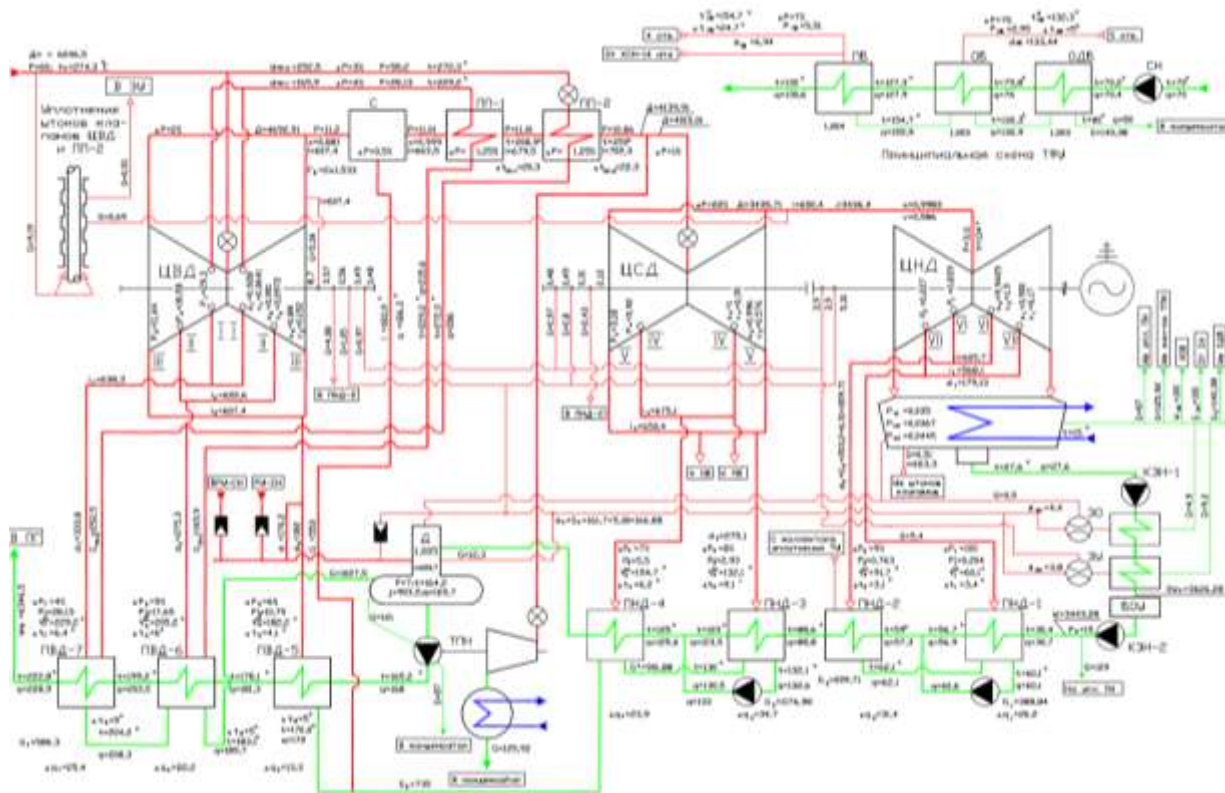


Рисунок 1. - Принципиальная тепловая схема второго контура АЭС с турбиной К-1000-60/1500

Схожим с УРП является показатель – удельный расход тепла (УРТ), отображающий, какое количество тепла необходимо для выработки одного кВт·ч электроэнергии, кДж/[кВт·ч]:

$$q_{\text{ээ}} = D_{\text{пг}} \times (h_0 - h_{\text{пв}}) / N_{\text{э}} - q_{\text{т}},$$

где $D_{\text{пг}}$ – расход пара из парогенератора, т/ч;

h_0 и $h_{\text{пв}}$ – энтальпии свежего пара и питательной воды соответственно, кДж/кг.

Абсолютный электрический КПД брутто также может быть использован в качестве целевой функции, и аналогично УРП и УРТ характеризует энергетическую эффективность 2 контура в целом:

$$\eta^{\text{абс}} = 3600 \times N_{\text{э}} / [D_{\text{пг}} \times (h_0 - h_{\text{пв}})].$$

УРП, УРТ и абсолютный электрический КПД брутто не учитывают расход электроэнергии на собственные нужды электростанции. В связи с этим совместно с ними в качестве целевых функций необходимо использовать такие измеряемые показатели, как: расход электроэнергии на собственные нужды электростанции, расход свежего пара на турбоустановку и величину отпускаемой электрической энергии.

В ходе итерационного теплового расчета второго контура АЭС с целью получения недостающих величин (значений расходов пара в отборы, энтальпий пара и воды и т.д.) для определения значений целевых функций получен массив данных (Таблицы 1-2) и разработана и обучена первая версия нейросетевой модели, которая может быть использована для дальнейшей оптимизации работы второго контура рассматриваемой АЭС.

Таблица 1. - Фрагмент массива данных для обучения нейросетевой модели

№ п/п	Регулируемые параметры						Входные параметры			Целевая функция			
	1	2	...	4	5	6	7	...	58	59	...	62	
1	5432	5798	...	6,003	8,903	65,5	3898	...	154,9	1061,4	...	33,96%	
2	5484	5814	...	5,993	8,92	64,3	3930	...	154,9	1070,6	...	33,69%	
3	5468	5818	...	5,99	8,928	65,6	3920	...	154,9	1067,2	...	33,60%	
4	5479	5803	...	5,988	8,955	65,5	3918	...	154,9	1068,0	...	33,42%	
5	5467	5733	...	5,983	8,93	66,5	3924	...	154,9	1067,4	...	33,75%	
6	5470	5823	...	5,988	8,928	66,7	3923	...	154,9	1067,5	...	33,56%	
7	5463	5833	...	5,985	8,91	69,2	3928	...	154,9	1067,8	...	33,64%	
8	5483	5875	...	5,993	8,933	67,8	3935	...	154,9	1070,3	...	33,92%	
9	5451	5829	...	5,995	8,933	69,2	3912	...	154,9	1064,1	...	33,67%	
10	5471	5815	...	5,988	8,915	70,7	3940	...	154,9	1069,4	...	33,80%	
...	
73999	5488	5819	...	5,928	8,228	79	3939	...	154,9	1072,9	...	33,80%	
74000	5471	5814	...	5,925	8,188	83,1	3941	...	154,9	1072,2	...	34,05%	

Таблица 2. - Диапазон значений целевых функций для оптимизации нейронной сети

Наименование параметра	Диапазон значений показателя
Удельный расход пара, кг/[кВт-ч]	5,645 - 6,112
Удельный расход тепла, кДж/[кВт-ч]	10501 - 11326
Абсолютный электрический КПД, %	31,78 - 34,28
Электрическая мощность, МВт	984 - 1077,3
Расход пара на турбоустановку, т/ч	5157 - 5684

В результате исследования определены основные целевые функции, которые могут быть использованы для разработки нейросетевой модели, и дальнейшей оптимизации работы второго контура блока АЭС с реакторами типа ВВЭР-100.

Для достижения указанных целей необходимо провести дополнительные исследования и разработать специальные алгоритмы, которые позволят интегрировать все указанные системы и модели в одну общую сеть. Такой подход позволит существенно улучшить управление энергетическими процессами второго контура атомной электростанции и повысить ее эффективность.

Одним из ключевых направлений дальнейших исследований может быть улучшение точности и скорости работы нейросетевых моделей для предсказания процессов в системах АЭС. Разработка новых алгоритмов машинного обучения и методов оптимизации позволит

создать более точные модели, которые будут способны быстро реагировать на изменения в рабочих условиях станции. Кроме того, необходимо уделить внимание аспектам безопасности и надежности работы нейросетевых систем в таком критическом для окружающей среды объекте, как атомная электростанция. Разработка специальных механизмов обнаружения и исправления ошибок, а также тестирование моделей на различных сценариях аварийных ситуаций поможет обеспечить надежную работу системы в любых условиях.

В целом, перспективы дальнейших исследований в области использования нейросетевых моделей для оптимизации работы второго контура АЭС очень обширны и могут привести к значительному улучшению энергетической эффективности и надежности работы энергоблока. Это позволит не только сократить затраты на производство электроэнергии, но и уменьшить отрицательное воздействие на окружающую среду.

Список литературы

1. Горбунов, В.А. Перспективы повышения энергетической эффективности работы систем регенеративного подогрева воды / Горбунов В.А., Теплякова С.С // Состояние и перспективы развития электро- и теплотехнологии (XXII Бенардосовские чтения). – Иваново, 2023. – с. 131-133.
2. Горбунов, В.А. Методика оценки влияния эксплуатационных параметров на работу турбопитательного насоса / Горбунов В.А., Теплякова С.С., Лоншаков Н.А., Андрианов С.Г., Мечтаева М.Н., Минеев П.А.// Вестник ИГЭУ. – Иваново, 2022. – №4. – с. 14-23.
3. Российская Федерация. Законы. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон № 261-ФЗ :[принят Государственной Думой 11 нояб. 2009 г.: одобрен Советом Федерации 18 нояб. 2009 г.].

References

1. Gorbunov, V.A. Prospects for improving the energy efficiency of regenerative water heating systems / Gorbunov V.A., Teplyakova S.S. // State and prospects of development of electrical and thermal technology (XXII Benardos readings). – Ivanovo, 2023. – pp. 131-133.
 2. Gorbunov, V.A. Methodology for assessing the impact of operational parameters on the operation of a turbopump pump / Gorbunov V.A., Teplyakova S.S., Lonshakov N.A., Andrianov S.G., Mechtaeva M.N., Mineev P.A.// Bulletin of IGEU. – Ivanovo, 2022. – No.4. – pp. 14-23.
 3. The Russian Federation. Laws. On Energy Saving and Energy Efficiency Improvement and on Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation: Federal Law No. 261-FZ :[adopted by the State Duma on November 11, 2009: approved by the Federation Council on November 18, 2009].
-



УДК 621.039.

НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ РЕАКТИВНОСТИ РЕАКТОРА РБМК-1000 НА ФИЗИЧЕСКОМ УРОВНЕ МОЩНОСТИ, ОБУСЛОВЛЕННАЯ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬЮ ГРАДУИРОВКИ ДАТЧИКОВ

Прохоров И.А., ¹Гайдаенко В.Д.

ФГБОУ ВО "НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МОСКОВСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ», Москва, Россия (111250, г. Москва, Красноказарменная ул., 14, стр.1) e-mail: ¹gaydaenkovladislav@yandex.ru

Реактивность является важной характеристикой, определяющих безопасность реактора РБМК-1000. В связи с этим к контролю реактивности предъявляют высокие требования. Измерения реактивности на реакторе РБМК осуществляют на физических и энергетических уровнях мощности. В работе проводится оценка одной из составляющих неопределенности измерения реактивности на физическом уровне мощности, обусловленная неопределенностью градуировки датчиков.

Ключевые слова: РБМК-1000, реактивность, плотность потока нейтронов, датчики нейтронного потока.

THE UNCERTAINTY OF MEASURING THE REACTIVITY OF THE RBMK-1000 REACTOR AT THE PHYSICAL POWER LEVEL DUE TO THE UNCERTAINTY OF SENSOR CALIBRATION

Prokhorov I.A., ¹Gaidaenko V.D.

"NATIONAL RESEARCH UNIVERSITY "MOSCOW POWER ENGINEERING INSTITUTE", Moscow, Russia (111250, Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14, bld.1) e-mail: ¹gaydaenkovladislav@yandex.ru

Reactivity is an important characteristic that determines the safety of the RBMK-1000 reactor. In this regard, high requirements are made on reactivity control. Reactivity measurements at the RBMK reactor are carried out at physical and energy power levels. The article considers one of the components of the reactivity assessment at the physical power level, due to the uncertainty of detector calibration.

Keywords: RBMK-1000, reactivity, neutron flux density, neutron flux detectors.

Введение

Реактор РБМК-1000 является канальным реактором с графитовым замедлителем и водяным кипящим теплоносителем. В качестве топлива используется диоксид урана UO_2 с добавкой оксида эрбия (Er_2O_3).

На момент написания работы в России эксплуатируется 7 реакторов РБМК на трёх атомных станциях: Ленинградской, Курской и Смоленской.

Безопасность и надежность эксплуатации реакторов РБМК-1000 в значительной степени определяется нейтронно-физическими характеристиками (НФХ).

НФХ реактора подлежат периодическому экспериментальному и расчетному контролю для подтверждения соответствия их значений пределам, установленным в проекте и паспорте РУ.

НФХ реактора РБМК-1000 могут быть рассчитаны по аттестованным в соответствии с в соответствии с Порядком [1] программам для ЭВМ.

Измерения НФХ реактора обеспечивают экспериментальный контроль и подтверждение расчетных оценок этих характеристик.

На основе измерений реактивности реактора РБМК вычисляются следующие НФХ:

- эффективность стержней быстрого снижения мощности (БСМ) (подкритичность реактора);
- эффективность стержней аварийной защиты (АЗ) в критическом и подкритическом состояниях реактора;
- эффективность стержней АЗ без одного наиболее эффективного стержня в критическом состоянии реактора (АЗ-1);
- эффективность отдельных стержней АЗ и БСМ;
- эффективность групп стержней БСМ;
- градуировочные (дифференциальные) характеристики стержней БСМ и АЗ.

Для измерений реактивности на физических уровнях мощности в качестве детекторов потока нейтронов используются 8-12 подвесок ионизационной камеры деления ПИК. Выбор места размещения датчиков ПИК в активной зоне реактора РБМК-1000 осуществляется расчётным путем при использовании аттестованных программных комплексов.

Выходные электрические сигналы тока (нейтронные токи) подвески передаются по внешним линиям связи пары свитых экранированных кабелей на входы измерительной и регистрирующей аппаратуры, преобразуются в цифровой вид и используются для вычисления реактивности по алгоритмам точечной кинетики [2].

Поскольку реактивность является важнейшей характеристикой состояния реакторной установки, на основании которой получают описанные ранее НФХ, к точности контроля этой величины предъявляют высокие требования. В данной работе будет оценена неопределенность, вносимая в оценку реактивности реактора РБМК-1000 на физическом уровне мощности, обусловленная неопределенностью градуировки датчиков.

Оценка неопределенности измерения реактивности, обусловленная неопределенностью градуировки датчиков

При измерении реактивности реактора на вход программы, вычисляющей реактивность на основании решения обращенного уравнения точечной кинетики, подается суммарный сигнал детекторов, который отражает поведение интегральной по объему реактора плотности потока нейтронов (ППН). Однако связь между токовым сигналом отдельного детектора и ППН в месте его расположения зависит от индивидуального коэффициента преобразования, определяющего «чувствительность» детектора.

Значение суммарного тока детекторов в упрощенном виде может быть представлено:

$$J_{\text{сум}} = \sum_{i=1}^n K_i * J_i, \quad (1)$$

где K_i – градуировочный коэффициент коррекции индивидуальной чувствительности детектора;

J_i – нейтронный ток, регистрируемый i -м детектором.

Для детекторов ПИК в описании типа средства измерения указана величина предела относительной погрешности коэффициента преобразования ППН в выходной сигнал

детектора $\pm 30\%$. Датчики ПИК поставляются на АЭС после проведения заводской калибровки на исследовательском реакторе, с указанием коэффициента относительной индивидуальной чувствительности (градуировки), использование которого снижает неопределенность показаний детекторов. Однако погрешность калибровки датчиков ПИК в паспортах изделий не указывается. Для снижения неопределенности показаний детекторов ПИК предусмотрена их градуировка на остановленном реакторе перед выполнением измерений реактивности на физических уровнях мощности.

Консервативно, повышением точности оценки реактивности вследствие использования индивидуальных для каждого датчика градуировочных коэффициентов можно пренебречь.

Для набора датчиков ПИК, применяемого для выполнения измерений реактивности на физическом уровне мощности, характер распределения коэффициентов K_i не подтвержден. В этом случае согласно [3] принято считать, что распределение случайных величин носит равномерный характер, т.е. значения коэффициентов K_i распределены равномерно в диапазоне 0,7—1,3.

Оценку неопределенности измерений реактивности, обусловленную неопределенностью коэффициентов калибровки ПИК, можно получить из сравнения результатов расчета реактивности по интегральному току всех датчиков ПИК (соотношение (1)), выполненных при случайном розыгрыше значений K_i при их равномерном распределении в диапазоне 0,7—1,3 (Рисунок 1) и результатов расчетов реактивности без учета этих коэффициентов (т.е. при $K_i \equiv 1,0$) для представительного набора измерений реактивности.

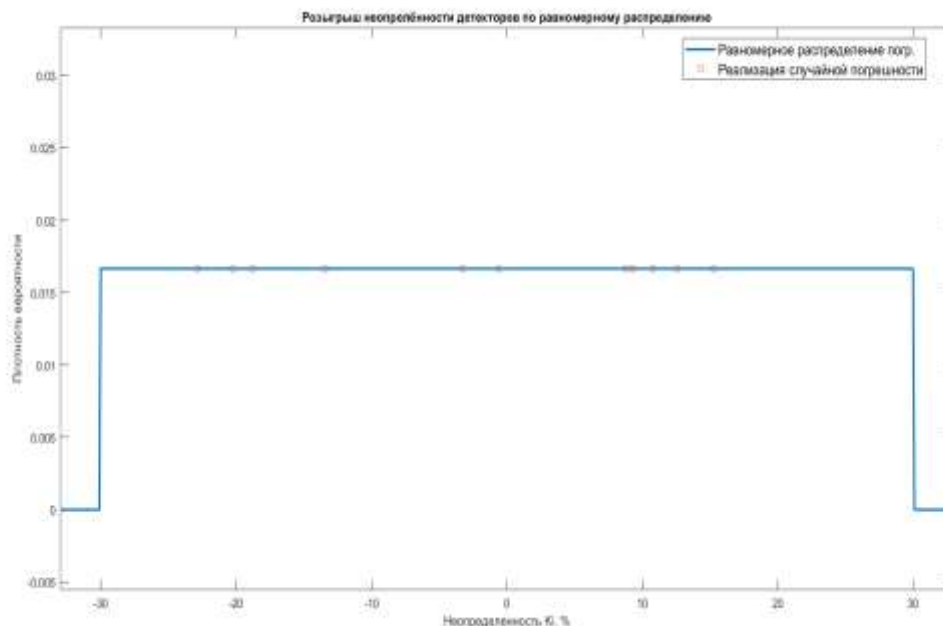


Рисунок 1 – Пример случайного розыгрыша коэффициентов K_i при равномерном распределении

Среднеквадратичное отклонение (СКО) результатов вычисления реактивности при розыгрыше коэффициентов градуировки от опорных значений ($K_i \equiv 1$) было рассчитано из соотношения:

$$СКО = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\rho_i - \rho_{on})^2}{n-1}}, \quad (2)$$

где ρ_i – реактивность, рассчитанная при розыгрыше неопределенности градуировочных коэффициентов (K_i) по равномерному распределению;
 ρ_{on} – опорные значения реактивности;
 $i = 1 \dots n$ – количество розыгрышей.

Результаты оценки неопределенности реактивности приведены в Таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение результатов вычисления реактивности при случайном розыгрыше значений K_i и при $K_i \equiv 1$.

НФХ	Реактивность $\beta_{эф}$		СКО, %
	Диапазон значений при случайном разбросе значений K_i	При $K_i \equiv 1$	
Эффективность БСМ	5,95 - 6,14	6,06	1,03
Эффективность БСМ	6,01 - 6,20	6,12	1,12
Эффективность АЗ-1	2,06 - 2,14	2,11	1,25
Эффективность БСМ	6,14 - 6,22	6,20	0,49
Эффективность БСМ	6,46 - 6,53	6,50	0,56
Эффективность БСМ	6,17 - 6,27	6,23	0,56
Эффективность БСМ	5,98 - 6,05	6,0	0,46
Эффективность АЗ-1	2,24 - 2,29	2,27	0,72

Примечание: Значение неопределенности для каждого датчика разыгрывались 7-15 раз

По данным таблицы 1 неопределенность вычисления реактивности, обусловленная неопределенностью градуировочных коэффициентов детекторов, характеризуется значением СКО, не превышающим 1,25 %.

Заключение

Таким образом, неопределенность измерения реактивности реактора РБМК-1000 на физическом уровне мощности, обусловленная неопределенностью градуировки датчиков составляет 1,25 %.

Полученная оценка неопределенности является консервативной по следующим причинам:

- повышение точности градуировочных коэффициентов при их калибровке на исследовательском реакторе не учитывалось;
- градуировочные коэффициенты разыграны по равномерному распределению.

Оцененная в работе неопределенность измерения реактивности на физическом уровне мощности, несмотря на свою консервативность, мала по сравнению с инструментальной неопределенностью вычисления реактивности, представленному в свидетельстве [4].

Список литературы

1. Об утверждении Порядка проведения экспертизы программ для электронных вычислительных машин, используемых в целях построения расчетных моделей процессов, влияющих на безопасность объектов использования атомной энергии и (или) видов деятельности в области использования атомной энергии: Приказ Ростехнадзора от 04.04.2023 № 141// СПС «КонсультантПлюс» (дата обращения: 01.03.2024).
2. Абрамов Б. Д. О методе ОРУК определения реактивности //Известия высших учебных заведений. Ядерная энергетика. – 2004. – №. 3. – С. 19-31
3. ГОСТ 34100.3-2017 Неопределенность измерения, часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения
4. Каналы системы контроля подкритичности широкодиапазонные ШК СКП-К// ALL-Pribors.ru: [сайт].– URL: <https://all-pribors.ru/> (дата обращения: 14.03.2024).

References

1. On Approval of the Procedure for the Examination of programs for electronic computers used to Build computational models of processes Affecting the Safety of Nuclear Energy Facilities and (or) Activities in the Field of Atomic Energy Use: Rostechnadzor Order No. 141 dated 04.04.2023// SPS "ConsultantPlus" (date of application: 03/01/2024).
 2. Abramov B. D. On the ORC method for determining reactivity //News of higher educational institutions. Nuclear power engineering. - 2004. – No. 3. – pp. 19-31
 3. GOST 34100.3-2017 Measurement uncertainty, Part 3. Guidelines for expressing measurement uncertainty
 4. Channels of the subcritical control system wide-range SHK UPC-K// ALL-Pribors.ru : [website].– URL: <https://all-pribors.ru/> (date of access: 03/14/2024).
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 621.316.1

ОСОБЕННОСТИ И ВЫБОР КОНТРОЛЛЕРА СОСТОЯНИЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ 10/0,4кВ

Иванюк В.В.

ФГБОУ ВО "НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МОСКОВСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ», Москва, Россия (111250, г. Москва, Красноказарменная ул., 14, стр.1) e-mail: Vladislav_man20@mail.ru

В данной статье рассмотрены особенности и проведен анализ существующих вариантов систем индикации аварийного состояния в электросетях, а также сравнение отечественных контроллеров с зарубежными, где рассмотрены отличие, функционал и ценовая составляющая. Контроль состояния распределительных сетей необходим различным организациям и специалистам, которые занимаются эксплуатацией, обслуживанием и ремонтом электросетей. Также контроль состояния распределительных сетей необходим при ограниченных данных со стороны потребителя, например, в садовых товариществах.

Ключевые слова: Импортзамещение, контроллеры, эффективность.

FEATURES AND SELECTION OF 10/0.4KV DISTRIBUTION NETWORK STATUS CONTROLLER

Ivanyuk V.V.

"NATIONAL RESEARCH UNIVERSITY "MOSCOW POWER ENGINEERING INSTITUTE", Moscow, Russia (111250, Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14, bld.1) e-mail: ¹gaydaenkovladislav@yandex.ru

In this article the features are considered and the existing variants of systems of indication of emergency condition in power grids are analyzed, as well as the comparison of domestic controllers with foreign ones, where the difference, functionality and price component are considered. Control of distribution networks condition is necessary for various organizations and specialists who are engaged in operation, maintenance and repair of power grids. Also the control of the distribution networks state is necessary in case of limited data from the consumer's side, for example, in garden associations.

Keywords: Import substitution, controllers, efficiency.

В состав программно-технического комплекса входят:

- многофункциональный контроллер,
- контроллер группы присоединений, станционный контроллер, коммуникационный сервер, микропроцессорный регулятор напряжения, устройство центральной сигнализации, автономный регистратор событий, базовый элемент подсистемы мониторинга и диагностики основного оборудования;
- SCADA-система для энергообъектов – специализированный программный продукт, предназначенный для управления объектами электроэнергетики;
- многофункциональные измерительные преобразователи – с функциями измерений, технического учета, контроля качества электроэнергии.

Проведем анализ вариантов контроллера состояния распределительных сетей 10/0,4кВ.

Контроллер iNode CE-35D производства «МЦИИТ Сервис» используется для сбора данных о состоянии системы электроснабжения и передачи их на сервер.

Стоимость контроллера iNode CE-35D в районе 50000 руб., стоимость установки системы в целом около 200 000 руб.

Модуль индикации аварийных ситуаций в электросетях TOPAZ HMI4 представляет собой устройство, которое помогает отслеживать и контролировать состояние электросети [3].

Стоимость комплекта телемеханики TOPAZ около 400 000 руб.

Пример подключения модуля TOPAZ HMI4 к сети приведен на Рисунке 1.

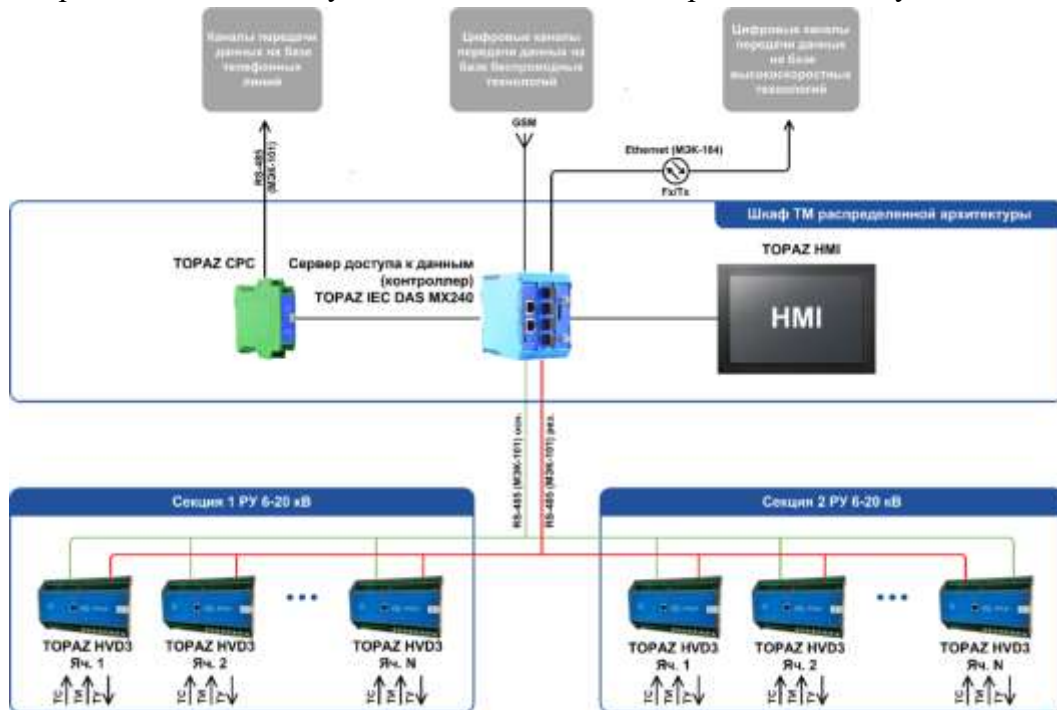


Рисунок 1 - Пример подключения модуля TOPAZ HMI4 к сети

Рассмотрим контроллеры зарубежного производства. Контроллеры фирмы Siemens SICAM - линейка программно-аппаратного обеспечения для построения систем диспетчерского контроля и управления в энергетике.

Включает следующее оборудование и программное обеспечение для автоматизации подстанции (SICAM PAS, SICAM Station Unit, SICAM AK) [4].

Также существуют контроллеры MicroLogix фирмы Allen Bradley. Они используются в системах, где требуется небольшое количество операций ввода-вывода, это экономичное решение для небольших приложений [5].

Сравнительная таблица рассматриваемых модулей приведена в Таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительная таблица рассматриваемых модулей

	Контроллер iNode CE-35D	Модуль ТОPAZ HMI4	Siemens SICAM	MicroLogix фирмы Allen Bradley
Интерфейс передачи данных	GSM/GPRS-модуль Ethernet-коммутатор Встроенный транслятор протоколов ModBus/RTU	RS-485 Modbus RTU	GSM/GPRS-модем, RS 232/PPI, USB/PPI, MPI, RS485, MPI и PROFIBUS, Modbus	Ethernet, ControlNet, DH-485, RS 232, Modbus
Рабочий диапазон напряжения питания, В	+9	от +8 до +30	+24	+24
Тип экрана	ЖК	ЖК	ЖК	ЖК
Стоимость, руб.	200 000	400 000	1 000 000	900 000

Существующие российские контроллеры имеют такой же уровень технических характеристик, как и зарубежные, но имеют существенно низкую стоимость.

Вывод

Существующие варианты систем индикации аварийного состояния в электросетях имеют хорошие показатели эксплуатации и надежности, но высокую стоимость при покупке. Несмотря на высокую цену, эти системы могут быть оправданы их надёжностью и эффективностью. Применение данных систем в условиях ограниченных данных со стороны потребителя улучшит работу системы электроснабжения, например, в СНТ.

Список литературы

1. Виноградов, А.В. Распознавание аварийных ситуаций в распределительных сетях 6-35 кВ /А.В .Виноградов, Н.С.Сорокин, И.С. Сорокин / Вести высших учебных заведений Черноземья, 2008, №2(12), С. 16-18.
2. Контроллер iNode CE-35D. Электронный ресурс: <https://plcontroller.ru/product/setevoj-kontroller-inode-ce-35d/>
3. Модуль ТОPAZ HMI4. Электронный ресурс: <https://tpz.ru/production/vspomogatelnoe-oborudovanie/topaz-hmi4-display-module/>
4. Контроллеры Siemens SICAM Электронный ресурс: https://sms-a.ru/about/publications/SICAM_PAS2.pdf
5. Контроллеры MicroLogix фирмы Allen Bradley. Электронный ресурс: <http://allen-bradley-rus.ru/allen-bradley-rus/programmiruemye-kontrollery-allen-bradley/>

References

1. Vinogradov, A.V. Recognition of emergency situations in distribution networks of 6-35 kV / A.V .Vinogradov, N.S.Sorokin, I.S. Sorokin / Vesti vesti vysshee vysshee obrazovaniya Chernozemya, 2008, No. 2(12), P. 16-18.
 2. Controller iNode CE-35D. Electronic resource: <https://plcontroller.ru/product/setevoj-kontroller-inode-ce-35d/>.
 3. TOPAZ HMI4 module. Electronic resource: <https://tpz.ru/production/vspomogatelnoe-oborudovanie/topaz-hmi4-display-module/>
 4. Siemens SICAM controllers. Electronic resource: https://sms-a.ru/about/publications/SICAM_PAS2.pdf.
 5. Controllers MicroLogix by Allen Bradley. Electronic resource: <http://allen-bradley-rus.ru/allen-bradley-rus/programmiruemye-kontrollery-allen-bradley>
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 629.017:629.018

ИССЛЕДОВАНИЯ ФУНКЦИИ ПЕРЕДАЧИ ШУМА ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ И КОМПЛЕКСОВ НА ПРИМЕРЕ ЗЕЛЕННОГО КУЗОВА АВТОТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Рахматов Р.И.

ФГУП "ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ АВТОМОБИЛЬНЫЙ И АВТОМОТОРНЫЙ ИНСТИТУТ "НАМИ"», Москва, Россия (125438, город Москва, Автомоторная ул., д.2) e-mail: rahmatov_ri@mail.ru

В статье представлены исследования функции передачи шума транспортно-технологических средств и комплексов на примере зеленого кузова автотранспортного средства (АТС). В рамках работы приведены материалы аналитического исследования функции передачи шума. Разработана конечно-элементная модель (КЭМ) зеленого кузова, методом конечных элементов исследованы функции передачи шума (ФПШ) зеленого кузова от точек крепления основных и второстепенных источников динамического возбуждения зеленого кузова к контрольным точкам, расположенных у правого уха водителя и левого уха заднего правого пассажира. А также, проведены экспериментальные исследования ФПШ зеленого кузова от точек крепления основных и второстепенных источников динамического возбуждения зеленого кузова к контрольным точкам, расположенных у правого уха водителя и левого уха заднего правого пассажира, проведена валидация расчетной модели.

Ключевые слова: Передаточные функции, частотные характеристики зеленого кузова, функция передачи шума, автотранспортное средство, NVH, валидация, расчетные исследования, экспериментальные исследования, КЭМ.

RESEARCH OF NOISE TRANSFER FUNCTION OF TRANSPORT-TECHNOLOGICAL MEANS AND COMPLEXES ON THE EXAMPLE OF TRIMBODY OF A MOTOR VEHICLE

Rakhmatov R.I.

"TSENTRAL'NYJ PREDVIZHNOGO PREDNOGO GRUPNOGO KRASNOGO ZNAMENI NAMI NAMO-REVLENNYJ AVTOMOBILNOGO I AVTOMOTORNYJ INSTITUT "NAMI", Moscow, Russia (125438, Moscow, Avtomotornaya str., 2) e-mail: rahmatov_ri@mail.ru

The paper presents the research of the noise transfer function of transport-technological means and complexes on the example of a green body of a motor vehicle (MV). Within the framework of the work materials of analytical research of the noise transfer function are given. The finite element model (FEM) of the trim body is developed, the noise transfer functions (NTF) of the trim body from the attachment points of the main and secondary sources of dynamic excitation of the trim body to the control points located at the right ear of the driver and the left ear of the rear right passenger are investigated by the finite element method. And also, the experimental research of trim body NTF from the attachment points of the main and minor sources of dynamic excitation of green body to the control points located at the right ear of the driver and the left ear of the rear right passenger was carried out, and the validation of the calculation model was carried out.

Keywords: Transfer functions, frequency characteristics of the green body, noise transmission function, motor vehicle, NVH, validation, computational studies, experimental studies, CAM.

Введение

Так как АТС является сложным источником шума и вибраций, а его колебания (как структурные, так и при воздушных передачах) складывается из множества потоков колебаний от разных источников, улучшение виброакустических (ВА) характеристик такого сложного источника, как АТС, можно успешно выполнить, если известны наиболее энергоемкие источники колебаний, которые вносят максимальный вклад в шум и вибрацию измеренные в контрольных точках. При этом исследования источников шума и вибраций, их вклада на шум и вибрацию измеренные в контрольных точках с учетом влияния путей распространений колебаний является сложной задачей, потому ВА характеристики АТС в сборе каскадируют на его подсистемы. Суперпозиция колебаний воспринимаемые пассажирами и водителем, передается через зеленый кузов (АТС без неподдрессорованной массы). Потому от ВА характеристик кузова зависит общий уровень и психоакустические качества шума, измеренные внутри зеленого кузова АТС. [1]

Следует отметить, что на низких скоростях шум двигателя и трансмиссии настолько доминирует, что шум ветра и шум шин практически не вносят вклад в общий уровень шума, измеренный внутри АТС [1]. Поэтому снижение уровня шума (структурного шума), при динамическом воздействии основных и второстепенных источников динамического возбуждения кузова (силовой агрегат, трансмиссия, направляющий аппарат подвески и др.) оказывает значительное влияние на комфорт водителя и пассажиров на низких скоростях.

Для минимизации низкочастотного структурного шума необходимо повышение структурного механического импеданса каркаса кузова, зон установки виброактивных узлов, излучающих панелей кузова (с контролем уровня виброскорости), а также рассогласование частот и форм собственных колебаний источников шума и вибрации, внутреннего акустического воздушного объема, кузова и панелей. Следует отметить, что данные меры будут иметь ожидаемый результат по снижению внутреннего шума только при условии, что все прямые пути передачи шума в салон АТС [2] (отверстия в панелях, зазоры дверных проемов и т.д.) будут максимально возможно заблокированы специальными уплотнителями.

В связи с вышеизложенным, данная работа посвящена исследованиям функции передачи шума транспортно-технологических средств и комплексов на примере зеленого кузова автотранспортного средства. При этом для комплексного анализа проведены исследования вкладов панелей и форм колебаний на шум, измеренный в контрольных точках при возбуждении от точек крепления двигателя и трансмиссии.

Теоретические выдержки из теории конечных элементов для анализа функции передачи шума

Функция передачи шума (ФПШ) – это функция зависимости звукового давления от входной динамической нагрузки и выражается через Па/Н. ФПШ определяет показатель качества зеленого кузова, и относится к области инженерной механики, которые основаны на точном решении дифференциальных уравнений. Аналитическое решение не представляется возможным и его точность недостаточна для сложной конструкции зеленого кузова из-за высокой сложности дифференциальных уравнений. Поэтому большое развитие получили численные методы расчета конструкций.[3]

К подобным методам относятся вариационные, вариационно-разностные методы и метод конечных элементов. В задачах автомобилестроения для исследования функции передачи шума зеленого кузова в большинстве случаев применяется эффективный матричный метод конечных элементов (МКЭ), обладающий целым рядом преимуществ. Метод конечных элементов предполагает замену конструкции структурной моделью, состоящей из набора элементов простой формы — балок, стержней и т.д. — с известными упругими свойствами. Свойства отдельных элементов определяют свойства конструкции в целом при заданных граничных условиях.

Пакеты прикладных программ (MSC Nastran, Ansys, Abaqus), разработанные для метода конечных элементов, универсальны. Однако при решении конкретных задач необходимы специальные исследования, относящиеся к выбору типа конечного элемента, граничных условий, режимов нагружения и т.д.

МКЭ применяется для различных задач механики деформируемого твердого тела, гидро- и газодинамики. Конечной задачей определения напряженно деформированного состояния (НДС) механической конструкции является отыскание в каждой точке конструкции напряжений, деформаций и перемещений, возникающих в ней в результате воздействий на конструкцию механических, газо- и гидродинамических, тепловых и других нагрузок в процессе ее реальной работы в составе автотранспортного средства. В трехмерной постановке определение поля перемещений заключается в определении трехмерных компонент перемещений по осям координат x , y , z во всех точках конструкции. Так как число точек в теле бесконечно, то число неизвестных также бесконечно. Поэтому решение определяется в виде функций, выраженных через уравнения. Даже для элементарных геометрических тел, находящихся под воздействием простой системы сил, (прямоугольная или круглая пластинка, нагруженная сосредоточенной в центре силой или равномерной нагрузкой, цилиндрическая оболочка под действием двух сосредоточенных сил и т.п.) вывод уравнений для определения поля перемещений – это очень сложная задача. И практически невозможно вывести аналитические зависимости для реальных сложных пространственных конструкций.

Главная идея МКЭ заключается в том, что:

1. Любая сложная пространственная конструкция может быть разбита воображаемыми поверхностными линиями и элементарные объемы (конечные элементы), для которых можно вычислить жесткостные характеристики на основе их элементарной геометрии и известных свойств материалов;

2. На элементах фиксируется конечное число узлов и считается, что конечные элементы соединяются между собой в этих узлах. Нумеруются узлы и элементы. Эта операция часто называется генерацией конечно-элементной сетки;

3. Значения перемещений рассматриваются как неизвестные только в этих узлах. Таким образом, число неизвестных от бесконечности сводится к какому-то определенному числу. Для элементов устанавливаются заданные законы аппроксимации в виде полиномов (линейные, квадратичные и т.д.). После определения перемещений в узлах в пределах любого элемента перемещение может быть определено путем аппроксимации с помощью заданного полинома;[4]

4. На основе элементарной геометрической формы конечных элементов и физических свойств материалов вычисляются матрицы жесткости элементов, и все действующие нагрузки приводятся к узловым;

5. Из матриц элементов строятся расширенные матрицы, а затем формируются глобальные матрицы жесткости и сил путем суммирования расширенных матриц элементов. Далее задаются граничные условия;

6. Решается система $[K]\{\delta\}=\{R\}$ из которой находится вектор перемещений в узлах, где $[K]$ - матрица жесткости; $\{\delta\}$ - вектор столбец перемещений; $\{R\}$ — вектор внешних сил;

7. По принятым законам аппроксимации определяются перемещения внутри элементов (в интересующих точках);

8. Из перемещений, на основе геометрических уравнений, определяются деформации в каждом элементе;

9. Из деформаций, на основе физических уравнений, в каждом элементе определяются напряжения.

Для динамических задач, к которым относятся определение вибрационных характеристик автомобиля, используется дифференциальное уравнение движения под действием гармонических сил:

$$[M]\{\ddot{u}(t)\} + [V]\{\dot{u}(t)\} + [K]\{u(t)\} = \{P(\omega)\} e^{i\omega t} \quad (1)$$

где $[M]$ – матрица масс;

$[V]$ – матрица демпфирования;

$[K]$ – матрица жесткости;

$\{\ddot{u}(t)\}$ – вектор-столбец узловых ускорений как функция времени;

$\{\dot{u}(t)\}$ – вектор-столбец узловых скоростей как функция времени;

$\{u(t)\}$ – вектор-столбец узловых перемещений как функция времени;

$\{P(\omega)\}$ – внешняя гармоническая сила.

Гармоническое движение подразумевает гармоническое решение в виде:

$$\{u(t)\} = \{u(\omega)\} e^{i\omega t} \quad (2)$$

где $\{u(\omega)\}$ – комплексный вектор перемещений

Взяв первую и вторую производные от (2), подставив полученные выражения в (1) и сократив на $e^{i\omega t}$, получим уравнение движения:

$$[-\omega^2 M + i\omega V + K] \{u(\omega)\} = \{P(\omega)\} \quad (3)$$

Компоненты уравнения движения, таким образом, записываются не как функции времени, а как функции действующей частоты. Это выражение (3) в случае присутствия демпфирования или фазового угла приложенной нагрузки представляет собой систему уравнений с комплексными коэффициентами. На каждой заданной частоте эти уравнения решаются сходно с решением статических проблем с использованием комплексной арифметики. Демпфирование в анализе частотного отклика представлено матрицей демпфирования $[V]$ и добавками к матрице жесткости $[K]$. [5]

Уравнения распространения волны, используемые в MSC.Nastran, базируются на теории малых перемещений с линейным соотношением локального давления к плотности. Индексы f относятся к параметрам, определяющим воздушный объем, индексы s относятся к параметрам, определяющим структуру. Уравнение Эйлера:

$$\ddot{u}_f = -(1/\rho_f) \nabla_p \quad (4)$$

где \ddot{u}_f – ускорение точки воздушного объема;

ρ_f – плотность воздушной среды

∇p – градиент давления воздушной среды.

Уравнение непрерывности:

$$\rho = -\beta \nabla u_f \quad (5)$$

сжимаемость β определяется как

$$\beta = c^2 \rho_f \quad (6)$$

Определив вторую производную от уравнения непрерывности, получим:

$$\nabla \cdot u_f = -1/\beta \rho \quad (7)$$

и преобразуя уравнение Эйлера с помощью оператора Гамильтона, получим:

$$\nabla \cdot u_f = -1/\rho_f \nabla \cdot \nabla p \quad (8)$$

или

$$1/\beta \rho - 1/\rho_f \nabla \cdot \nabla p = 0 \quad (9)$$

Интегрируя это уравнение по всему объему воздуха и умножая на виртуальное давление δp , получаем интеграл:

$$\int_V [1/\beta \rho - 1/\rho_f \nabla \cdot \nabla p] dV \delta p = 0 \quad (10)$$

Это уравнение представляет виртуальную работу для акустического давления.

Интегрируя вторую часть, используя теорему Грина и заменяя:

$$\nabla \cdot (\alpha \vartheta) = \nabla \alpha \cdot \vartheta + \alpha \nabla \cdot \vartheta$$

$$\alpha = \delta p$$

$$\vartheta = \nabla p$$

$$\nabla \delta p = \delta \nabla p$$

$$\delta (\nabla p \cdot \nabla p) = 2 \delta \nabla p \cdot \nabla p$$

получаем:

$$\int_V (1/\beta) (\ddot{p} \delta p dV) + \delta \int_V (1/2 \rho_f) \nabla p \cdot \nabla p dV - \int_V (1/\rho_f) \nabla p \cdot dS \delta p = 0 \quad (11)$$

Выносим за скобки каждого интеграла δ . Первое выражение в уравнении выше содержит \ddot{p} , которое препятствует простому выносу за скобки δp . Таким образом, никакое вариационное уравнение невозможно определить напрямую. Вследствие этого применяется стандартный подход – метод Галеркина. [6] Это равносильно предположению, что p а не ∇p является вариационной переменной. Это допущение позволяет нам вынести за скобки δp из интеграла, содержащего p . Определяя \ddot{u}_{n-} как ускорение воздушной среды в направлении наружу, получаем:

$$\Pi = \int_V [(1/\beta) p \ddot{p} + (1/2 \rho_f) \nabla p \cdot \nabla p] dV + \int_{S_n} \ddot{u}_n p dS \quad (12)$$

и вариационное уравнение принимает вид

$$\delta \Pi = 0 \quad (13)$$

Пусть давление воздушного объема определяется как

$$p = [N_f] \{p\} \text{ и } \ddot{p} = [N_f] \{\ddot{p}\},$$

где $[N_f]$ -матрица функций формы давления; $\{p\}$ -вектор-столбец узловых давлений.

Выражение для Π может быть записано как

$$\Pi = [p] \int_V [1/\beta [N_f] [N_f] dV \{\ddot{p}\} + [p] \int_V [1/2 \rho_f] \nabla N_f dV \{p\}] + [p] \int_{S_n} \{N_f\} \ddot{u}_n dS \quad (14)$$

Если n_0 -нормаль в направлении наружу от воздушного объема на границе контакта воздух-структура и n -нормаль от структуры к воздуху, тогда $n_0 = -n$ и интеграл по поверхности может быть записан как:

$$[p]\{N_f\}\ddot{u}_n^s dS = -[p]\{N_f\}\ddot{u}_n^s dS \quad (15)$$

Где $\{\ddot{u}_n^s\}$ -ускорения вдоль нормали структуры.

Если $[C]$ -матрица направляющих косинусов для n и $[N_s]$ -матрица функции формы для структуры, можно определить

$$\ddot{u}_n^s = [C][N_s]\{\ddot{u}_s\} = [N_s]\{\ddot{u}\}_s \quad (16)$$

где $\{\ddot{u}_s\}$ -матрица узловых ускорений на границе и $[N_s]$ -матрица функций формы для нормалей структуры.

$$-[p]\{N_f\}\ddot{u}_n^s dS = -[p]\{N_f\}[N_s]dS\{\ddot{u}_s\} \quad (17)$$

Возможно вычислить $\delta\Pi$ и определить следующие интегралы:

$$[M_f] = \int_V 1/\beta \{N_f\}[N_f]dV \quad (18)$$

$$[K_f] = \int_V 1/p_f \{\nabla N_f\}[\nabla N_f]dV \quad (19)$$

$$[A^T] = \int_S \{N_f\}[N_s]dS \quad (20)$$

и, подставляя в уравнение, получаем

$$[M_f]\{\ddot{p}\} + [K_f]\{p\} - [A^T]\{\ddot{u}_s\} = 0 \quad (21)$$

MSC.Nastran позволяет включать в модель источник акустического давления, который может быть представлен в правой части уравнения непрерывности, включенный в уравнение представляет собой акустическую нагрузку $\{P_f\}$ в правой части уравнения:

$$[M_f]\{\ddot{p}\} + [B_f]\{\dot{p}\} + [K_f]\{p\} - [A^T]\{\ddot{u}_s\} = \{P_f\} \quad (22)$$

Акустическое давление на границе со структурой ведет к смещению поверхности структуры, описываемому стандартным уравнением:

$$\{F_s\} = \int [N_s]^T \{\Phi\} dS \quad (23)$$

Выражение для $\{\Phi\}$ связано с акустическим давлением соотношением

$$\{\Phi\} = -p\{C\} \quad (24)$$

или

$$\{F_s\} = -\int_S [N_s]^T \{C\} p dS = -\int_S \{N_s\}[N_f] dS \{p\} = -[A]\{p\} \quad (25)$$

Уравнение для структуры может быть переписано:

$$[M_s]\{\ddot{u}_s\} + [B_s]\{\dot{u}_s\} + [K_s]\{u_s\} = \{P_s\} - [A]\{p\} \quad (26)$$

Уравнения для воздушного объема и структуры теперь могут быть скомбинированы:

$$\begin{bmatrix} M_s & 0 \\ -A^T & M_f \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \ddot{u}_s \\ \ddot{p} \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} B_s & 0 \\ 0 & B_f \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \dot{u}_s \\ \dot{p} \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} K_s & 0 \\ 0 & K_f \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} u_s \\ p \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} P_s \\ P_f \end{Bmatrix} \quad (27)$$

, где M, B, K, u, p, s, f, A и P – масса, демпфирование, жесткость, перемещение, давление, структура, среда, матрица связи (связь между структурой и средой) и нагрузкой соответственно.

$$\{u_s\} = [\Phi_s]\{\zeta_s\} \quad (28)$$

$$\{p_s\} = [\Phi_f]\{\zeta_f\} \quad (29)$$

, где $[\Phi_s]$ – несвязанные и без структурного демпфирования формы колебания структуры $[\Phi_f]$ – несвязанные и без структурного демпфирования формы колебания внутреннего акустического воздушного объема. Амплитуды модальных векторов $\{\zeta_s\}$ и $\{\zeta_f\}$.

Подставляя уравнение 28 и 29 в 27 и предварительной умножив на модальные матрицы, получим уравнение (30). [7]

$$\begin{bmatrix} \Phi_s^T M_s \Phi_s & 0 \\ -\Phi_s^T A^T \Phi_s & \Phi_s^T M_f \Phi_s \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \zeta_s \\ \zeta_f \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} \Phi_s^T B_s \Phi_s & 0 \\ 0 & \Phi_s^T B_f \Phi_s \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \zeta_s \\ \zeta_f \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} \Phi_s^T K_s \Phi_s & \Phi_s^T A \Phi_f \\ 0 & \Phi_s^T K_f \Phi_s \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \zeta_s \\ \zeta_f \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \Phi_s^T P_s \\ \Phi_s^T P_f \end{Bmatrix} \quad (30)$$

Уравнение 30 может быть записано уравнением (31).

$$\begin{bmatrix} m_s & 0 \\ -a^T & m_f \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \zeta_s \\ \zeta_f \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} b_s & 0 \\ 0 & b_f \end{bmatrix} \dot{\begin{Bmatrix} \zeta_s \\ \zeta_f \end{Bmatrix}} + \begin{bmatrix} k_s & a \\ 0 & k_f \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \zeta_s \\ \zeta_f \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} Q_s \\ Q_f \end{Bmatrix} \quad (31)$$

Используя мнимую часть $\{\zeta\}$, можно записать уравнение (32).

$$\{\zeta\} = \begin{Bmatrix} \zeta_s \\ \zeta_f \end{Bmatrix} = e^{i\omega t} \quad (32)$$

$$\{\dot{\zeta}\} = i\omega e^{i\omega t} \quad (33)$$

$$\{\ddot{\zeta}\} = -i\omega^2 e^{i\omega t} \quad (34)$$

Уравнение 31 с учетом уравнений 32-34 можно записать:

$$\omega^2 [a]^T \{\zeta_s\} + [-\omega^2 [m_f] + i\omega [b_f] + [k_f]] \{\zeta_f\} = \{Q_f\} \quad (35)$$

$[Z_2]$ определяется уравнением:

$$[Z_2] = [-\omega^2 [m_f] + i\omega [b_f] + [k_f]]^{-1} \quad (36)$$

Тогда:

$$\{\zeta_f\} = -\omega^2 [Z_2] [a]^T + i\omega [b_f] + [k_f] \{\zeta_s\} + [Z_2] \{Q_f\} \quad (37)$$

Соответственно вклад форм колебаний воздушного объема определяется из выражения:

$$[c_f] = [\Phi_f] \{\zeta_f\} \quad (38),$$

где $\{\zeta_f\}$ - диагонализированный вектор амплитуд форм колебаний внутреннего акустического воздушного объема на частоту возбуждения. А вклад форм колебаний структуры определяется:

$$[c_s] = -\omega^2 [\Phi_f] [Z_2] [a]^T \{\zeta_s\}. \quad (39),$$

где $\{\zeta_s\}$ - диагонализированный вектор амплитуд форм колебаний структуры на частоту возбуждения. Вклад воздействия на среду (воздействие на внутренний акустический воздушный объем акустическим источником) может быть определен из уравнения 40:


$$\{c_{fi}\} = [\Phi_{fi}] [Z_2] \{Q_f\}. \quad (40)$$

Кроме того, вклад панелей в динамической системе среда-структура может быть определен из выражения:

$$[c_p] = -\omega^2 [\Phi_f] [Z_2] [\Phi_f]^T [A]_{\text{panel}}^T [\Phi_s] \{\zeta_s\} \quad (41)$$

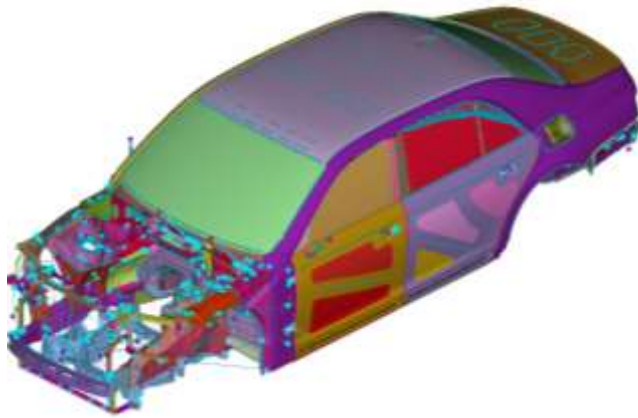
Вклад отдельных узлов панели в динамической системе среда-структура может быть определен из выражения:

$$[c_p]_i = -\omega^2 [\Phi_f] [Z_2] [\Phi_f]^T [(A_b^T)] [\Phi_s] \{\zeta_s\} \quad (42)$$

 - это столбцы, извлеченные из b-ой панели для i-го узла, и $[\Phi_s]$ - строки структурной модальной матрицы, соответствующей узлу i панели.[8]

Расчетные исследования функции передачи шума методом конечных элементов

Исследования ФПШ проведена на зеленом кузове (АТС без неподрессоренной массы), иллюстрация которого приведена на рисунке 1 (а). КЭМ внутреннего воздушного объема приведена на Рисунке 1(б).



а



б

Рисунок 1. - КЭМ зеленого кузова для исследований ФПШ: а-структурная и б – внутренний акустический воздушного объема

Структурная модель зеленого кузова валидирована по массе и составу, при этом коврики, шумоизоляционные и шумопоглощающие материалы смоделированы PCOMP элементами (Рисунок 2).

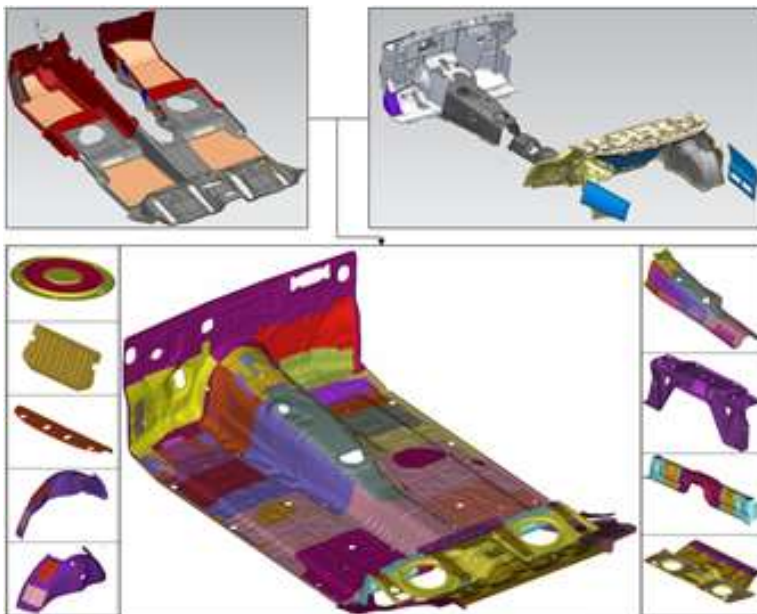


Рисунок 2. - Моделирование шумоизоляционных, шумопоглощающих материалов и ковриков.

Вибродемпфирующие материалы моделировались элементами типа SHELL и соединялись с панелями кузова посредством RBE3 элемента. Пример реализации на панели крыши приведен на Рисунке 3.

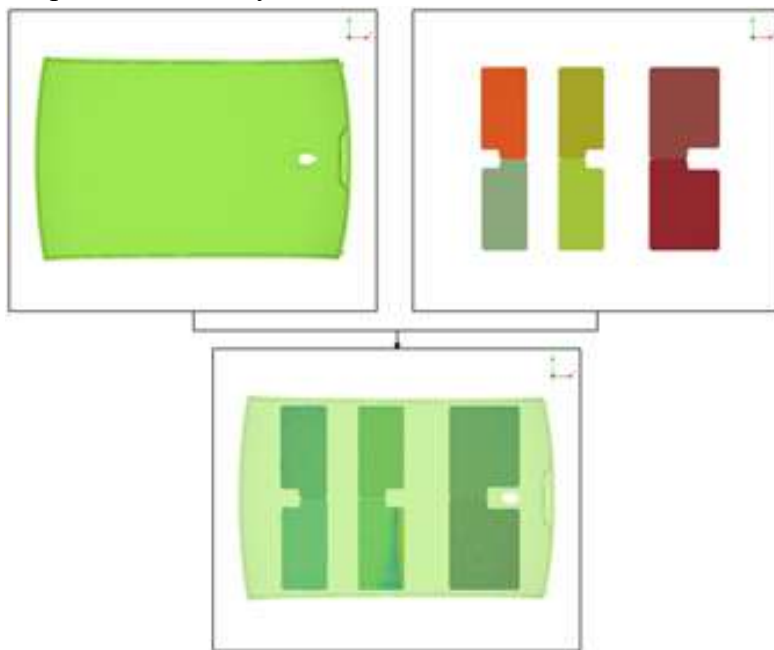


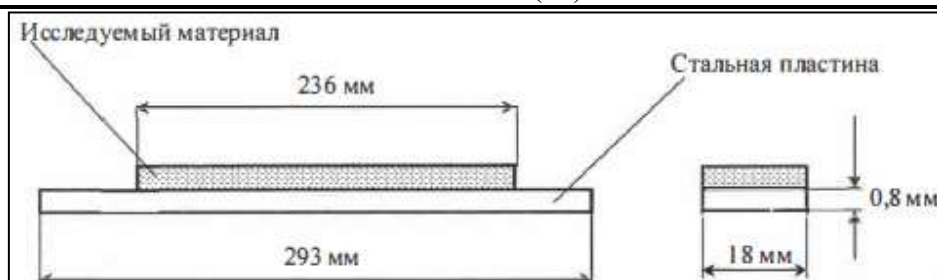
Рисунок 3. - Моделирование вибродемпфирующего материала.

Положения вибродемпфирующих материалов на зеленом кузове приведены на Рисунке 4.



Рисунок 4. - Вибродемпфирующие материалы установленные на зеленом кузове.

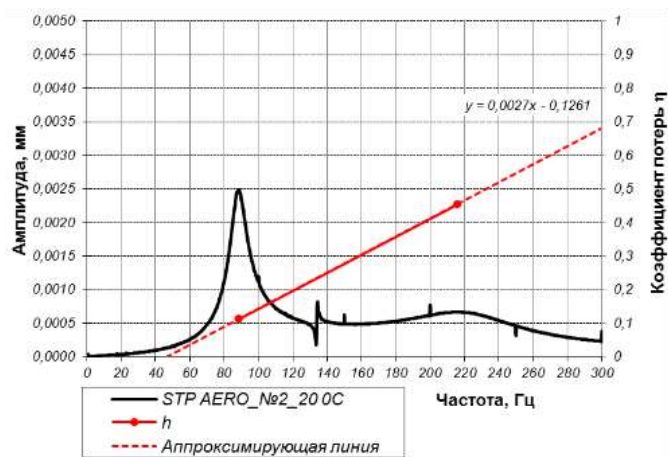
Характеристики вибродемпфирующих материалов задаются по результатам экспериментальных исследований по методу «Оберста» (Рисунок 5).



а



б



в

Рисунок 5. - Схема образца стальной пластины с исследуемым материалом (а), подготовленные образцы для испытаний (б) для испытаний на экспериментальной установке «Оберст» и результаты экспериментальных исследований образца (в)

Исследовались в частности ФПШ при динамическом воздействии на зоны крепления двигателя и трансмиссии. В качестве граничных условий задается гармоническая единичная сила амплитудой 1Н. Направления приложения сил соответствуют направлению удара модальным молотком, а отклик фиксируется микрофонами, расположенными внутри зеленого кузова. Иллюстрация зон приложения сил на зеленом кузове приведена на Рисунке 6.



Рисунок 6. - Положения всех зон динамического возбуждения зеленого кузова на КЭМ.

Иллюстрация зон приложения динамических сил в зоне крепления двигателя и переднего редуктора приведена на Рисунке 7.

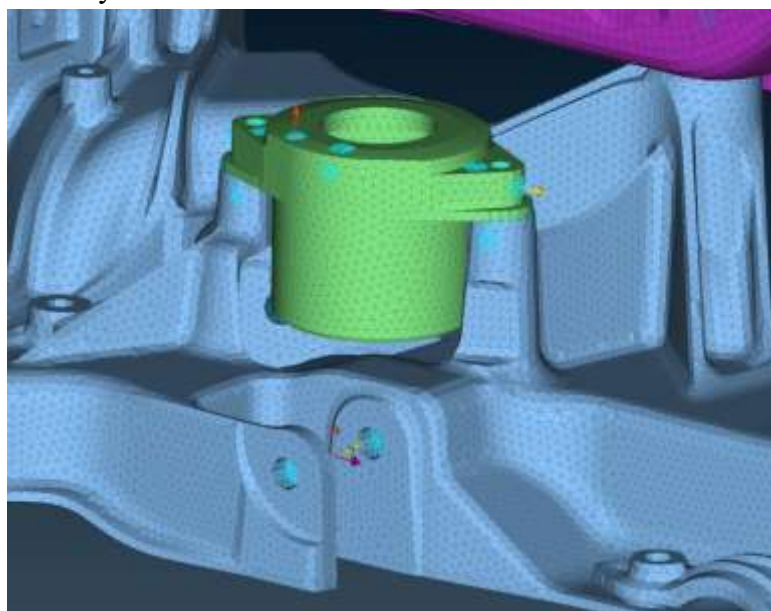


Рисунок 7. - Зоны приложения динамических сил при исследовании ФПШ.

Иллюстрация точек отклика при исследовании ФПШ приведена на Рисунке 8(а). Положения точек отклика относительно сидений приведена на Рисунке 8(б).

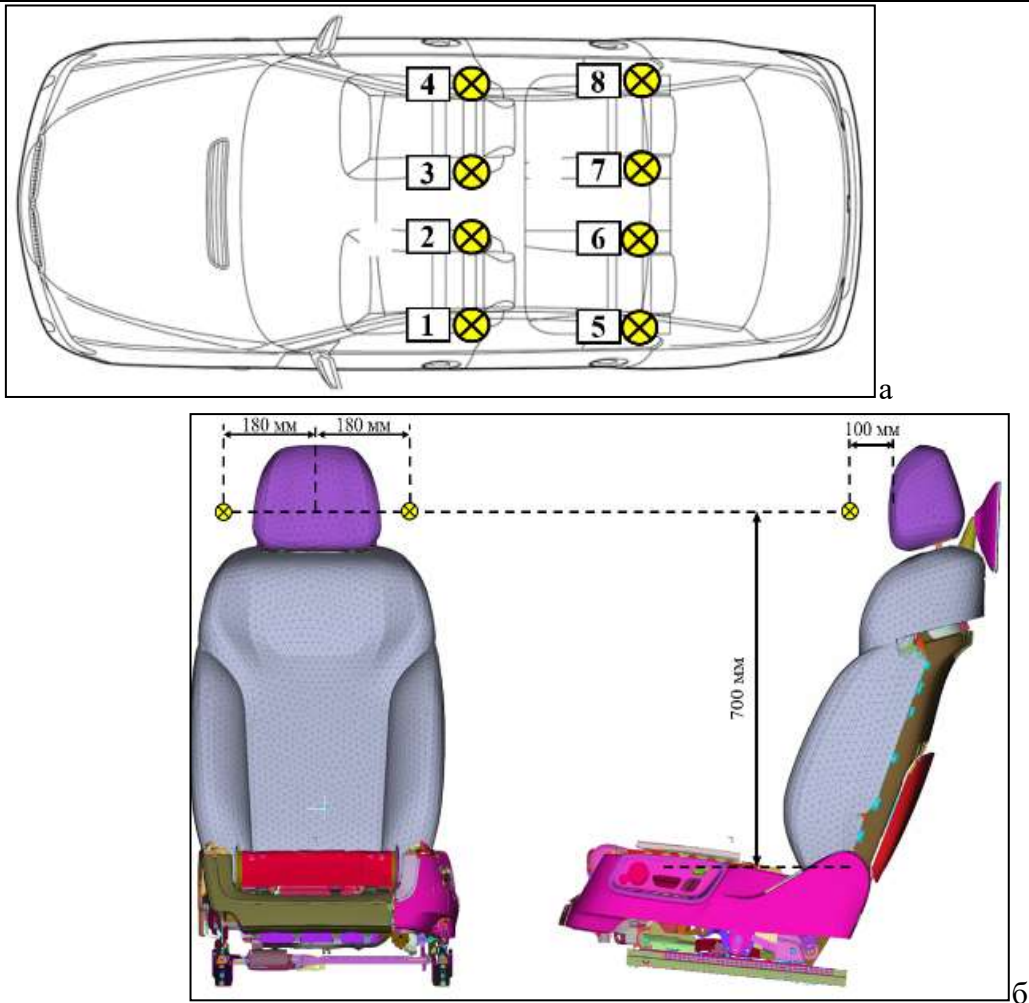
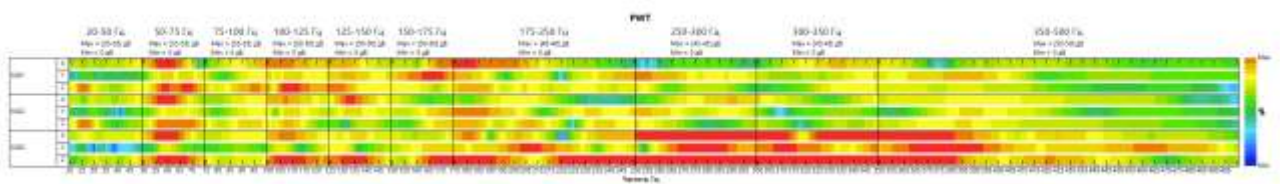
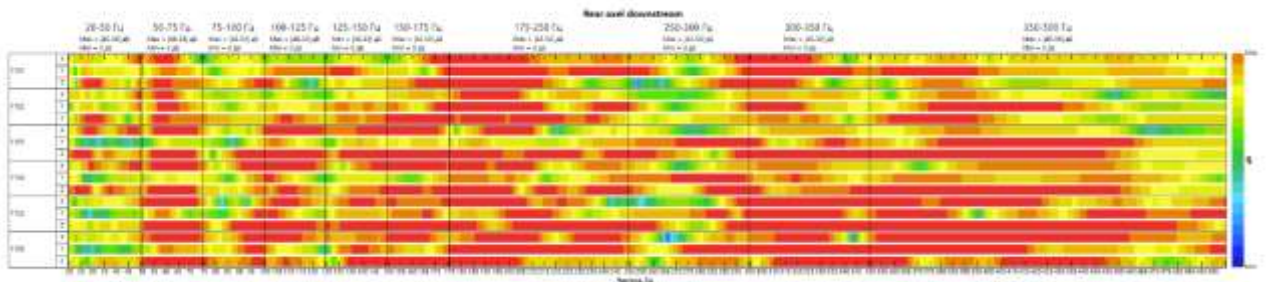


Рисунок 8. - Точки отклика при исследованиях ФПШ.

Для автоматизации пре и пост процессинга разработана программа [2]. Пример результата расчетных исследований в виде водопадного графика приведена на Рисунке 9. При этом точки динамического возбуждения располагались в зонах крепления СА и трансмиссии, а точка отклика у левого уха заднего правого пассажира



а



б

Рисунок 9. - Результат расчетных исследований ФПШ: а-при возбуждении двигателем и б – при возбуждении трансмиссией

Пример результатов расчетных исследований в виде графиков ФПШ при динамическом воздействии на правую опору двигателя приведена на Рисунках 10.

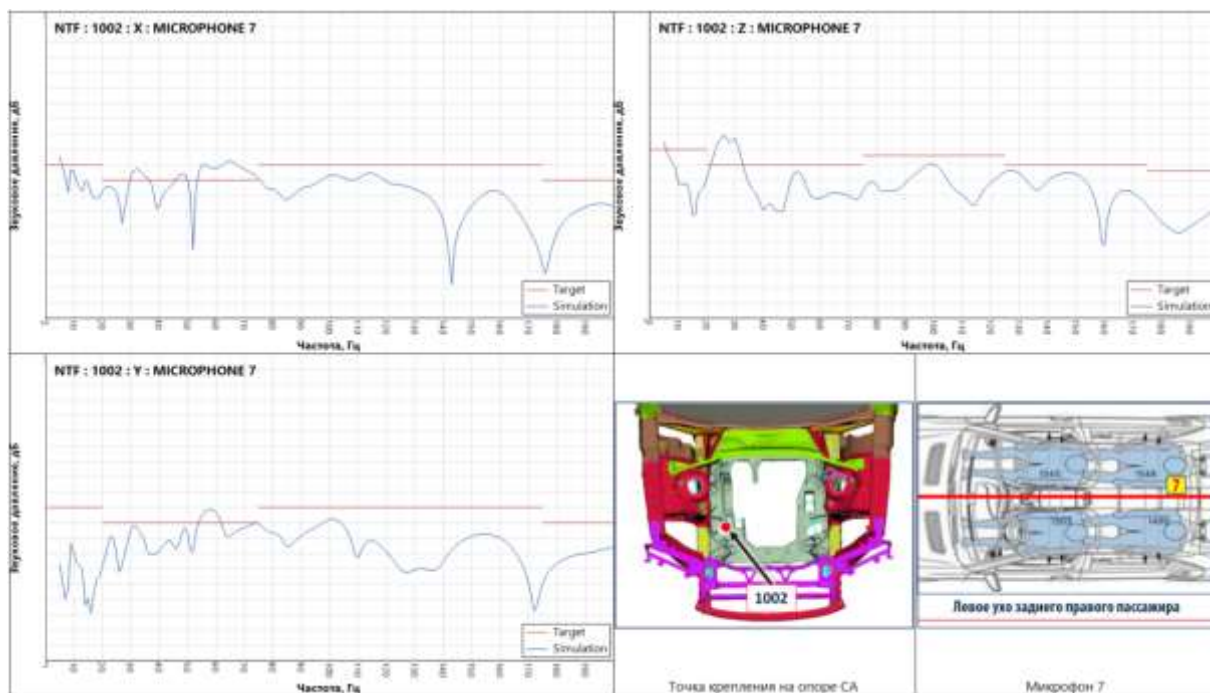


Рисунок 10. - Результат расчетных исследований ФПШ при воздействии на правую опору двигателя

Для оценки адекватности расчетных исследований проведены экспериментальные исследования.

Экспериментальные исследования функции передачи шума

Объектом экспериментальных исследований является зеленый кузов иллюстрация которого приведена на Рисунке 11.



а



б

Рисунок 11. - Объект экспериментальных исследований: а-диагональный вид сзади и б-диагональный вид спереди.

Зеленый кузов установлен на 4-х пневмоопорах, иллюстрация которых приведена на Рисунке 12.



Рисунок 12. - Установка зеленого кузова на пневмопоры.

Состав испытательной установки для исследования локального механического импеданса:

- цифровой регистратор Siemens LMS SCADAS Mobile;
- трехосевые акселерометры PCB 356A15;
- модальный молоток с датчиком силы PCB;
- различные по жесткости наконечники (резина и пластик);

- микрофон РСВ 377В11;
- комплект кабелей.

Пример иллюстрации исследования ФПШ при динамическом воздействии на правую опору двигателя по трем направлениям приведена на Рисунке 13.



а



б



в

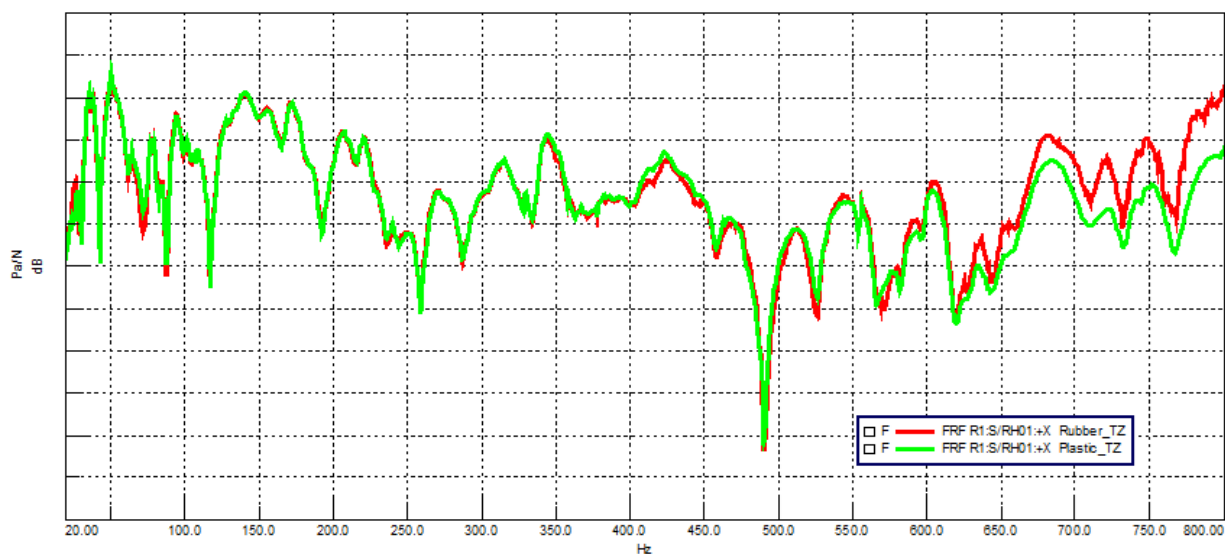
Рисунок 13. - Исследования ФПШ при динамическом воздействии на опору двигателя по направлениям: продольному (X) – а, поперечному (Y) – б и вертикальному (Z) – в.

Пример иллюстрации точки отклика приведена на Рисунке 14.

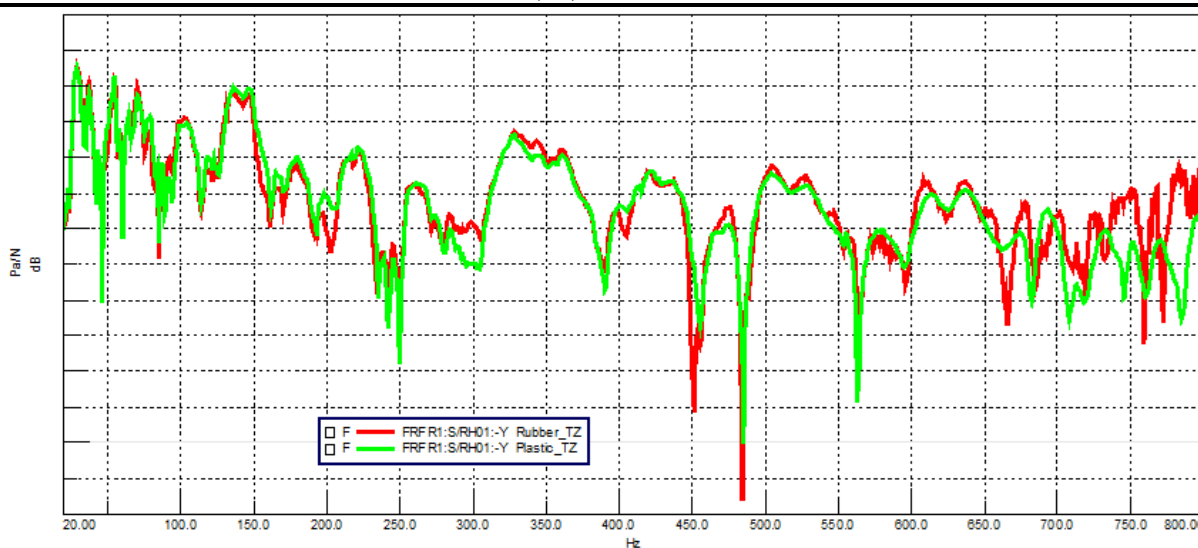


Рисунок 14. - Точка отклика при исследовании ФПШ.

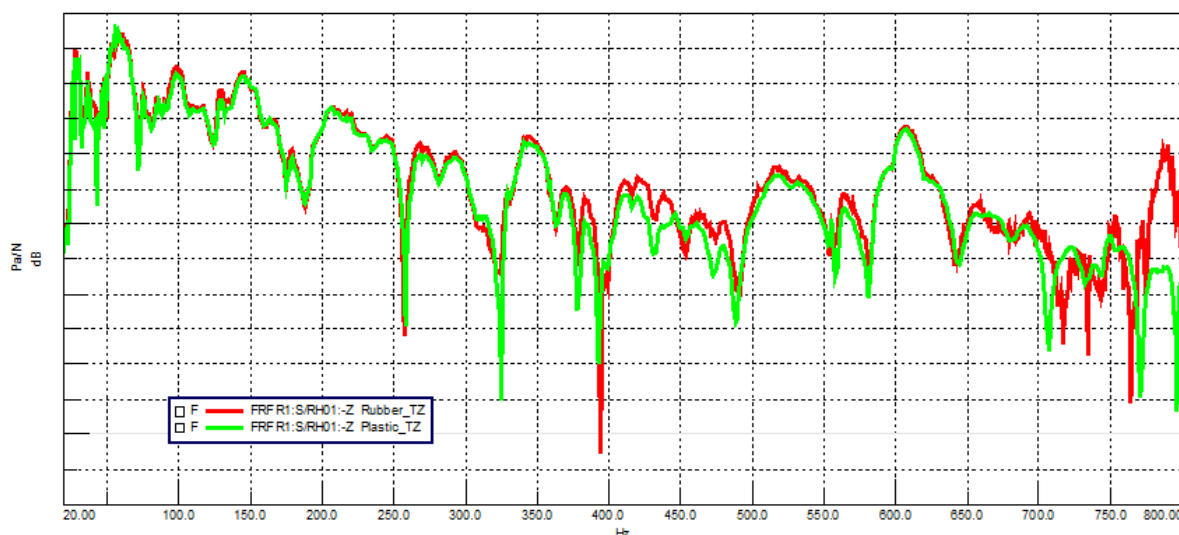
Пример результатам экспериментальных исследований ФПШ при динамическом воздействии на правую опору двигателя с пластиковой и резиновой насадками молотка по направлениям X, Y и Z приведены на Рисунках 15(а), 15(б) и 15(в) соответственно.



а



б



в

Рисунок 15. - Результаты экспериментальных исследований ФПШ .

Таким образом анализируются ФПШ от всех точек динамического возбуждения зеленого кузова к контрольным точкам, расположенным внутри зеленого кузова.

Валидация расчетной модели

Проведены сравнения расчетных и экспериментальных исследований на уровне частотных характеристик (ЧХ) ФПШ. Иллюстрация сравнительных графиков приведены на Рисунке 16.

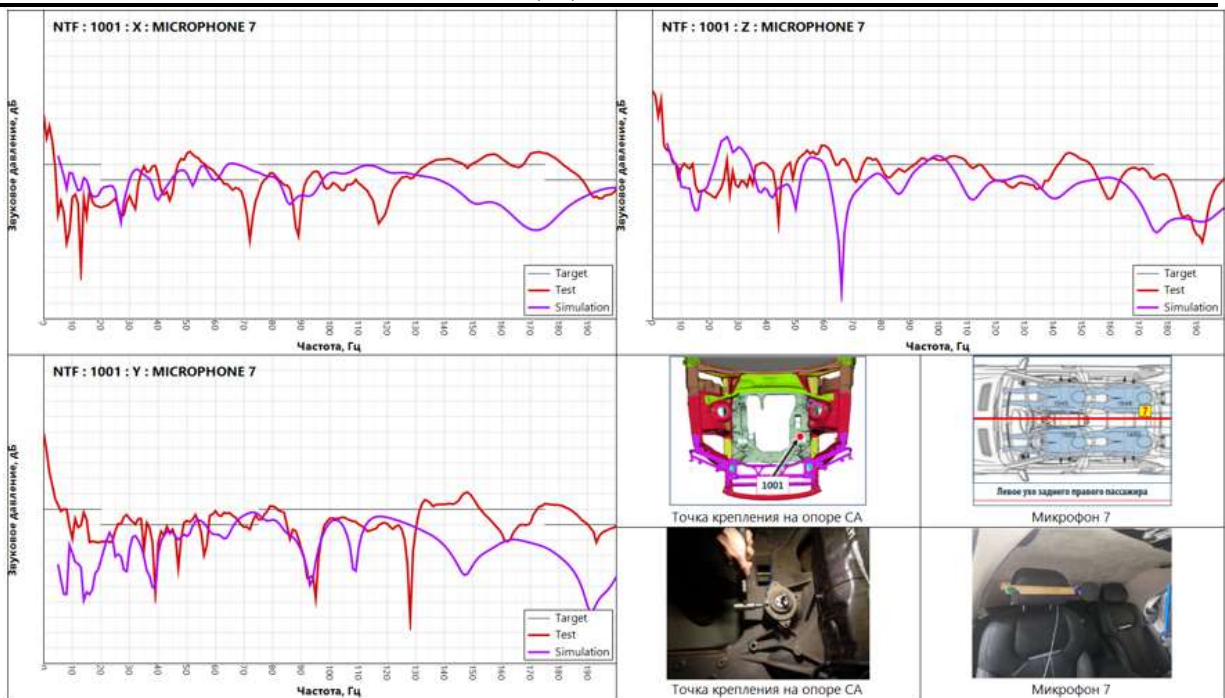


Рисунок 16. - Сравнение расчетных и экспериментальных исследований ФПШ.

Графики ФПШ приведенные на рисунке 16 показывают совпадения трендов как при расчетных, так и при экспериментальных исследованиях в частотно диапазоне до 100 Гц. Для точной идентификации корреляции между расчетными и экспериментальными исследования приводится график разностей.

Графики разностей между расчетными и экспериментальными графиками ФПШ позволяют оценить численное расхождение между графиками. Иллюстрация разностных графиков приведена на Рисунке 17.

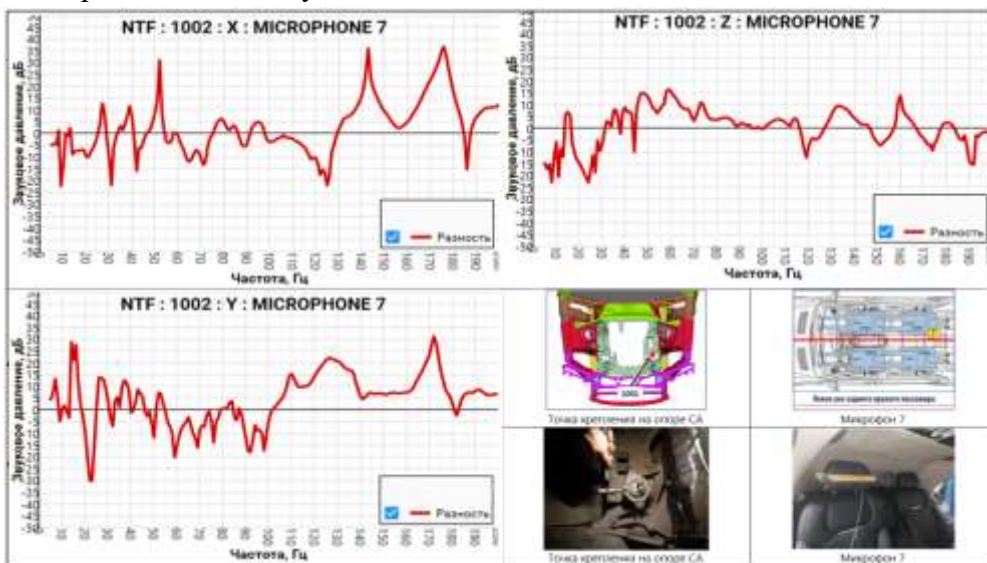


Рисунок 17. - Сравнение расчетных и экспериментальных исследований ФПШ.

Анализ графиков ФПШ показывает, что максимальная разница составляет до 37 дБ. При этом наблюдается резкие скачки амплитуд на графиках разности ФПШ, обусловленные

влияниями локальных форм колебаний как структуры, так и воздушного акустического объема. Смещение пиков амплитуд ФПШ, особенно на глобальных формах, свидетельствующий об отсутствии валидации и приведении расчетной модели зеленого кузова в сборе и т.д. Для улучшения сходимости необходимо провести:

1. Валидацию и приведение расчетной модели компонентов зеленого кузова (двери, сиденья, панель приборов, консоли) в соответствии с результатами экспериментальных исследований по критериям MAC, COMAC и FRAC;
2. Валидацию и приведение расчетной модели внутреннего воздушного акустического объема зеленого кузова по критериям MAC, COMAC и FRAC;
3. Валидацию и приведение структурной расчетной модели зеленого кузова в сборе в соответствии с результатами экспериментальных исследований по критериям MAC, COMAC и FRAC;
4. Валидацию и приведение расчетной модели зеленого кузова в сборе в соответствии с результатами экспериментальных исследований локального механического импеданса основных и вторичных точек динамического возбуждения зеленого кузова.

Исследования вклада панелей, форм колебаний структуры и внутреннего воздушного акустического объема на ФПШ

Анализ вклада позволяет однозначно идентифицировать основные источники акустического излучения (панелей) и определить влияния форм колебаний как структуры, так и воздушного объема, потому является основным инструментом исследования специалиста.

Пример результата расчетных исследований ФПШ с определением вклада форм колебаний воздушного объема при динамическом воздействии на зону крепления верхнего рычага передней подвески приведена на Рисунке 18.

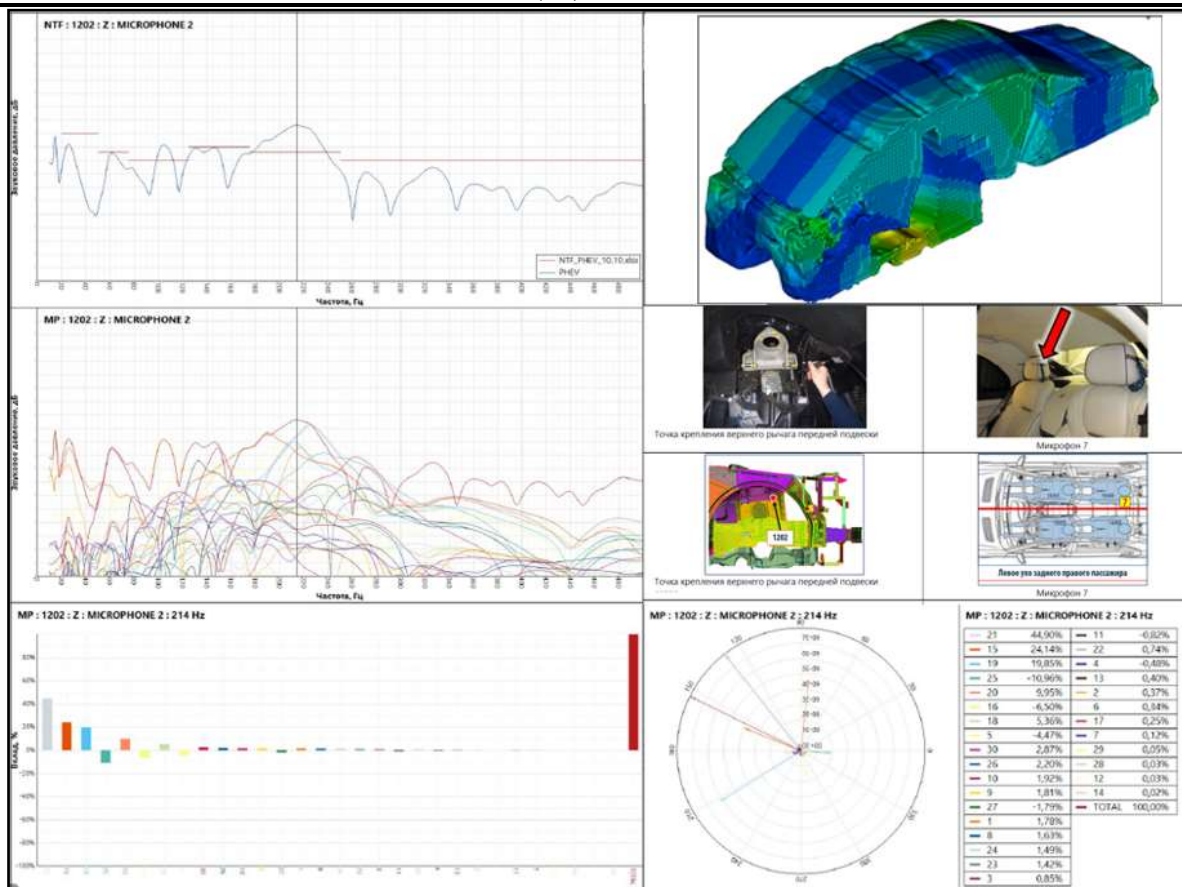


Рисунок 18. - Анализа ФПШ с определением вклада форм колебаний воздушного объема.

Пример результата расчетных исследований вклада панелей на ФПШ при динамическом воздействии на зону крепления верхнего рычага передней подвески приведена на Рисунке 19.

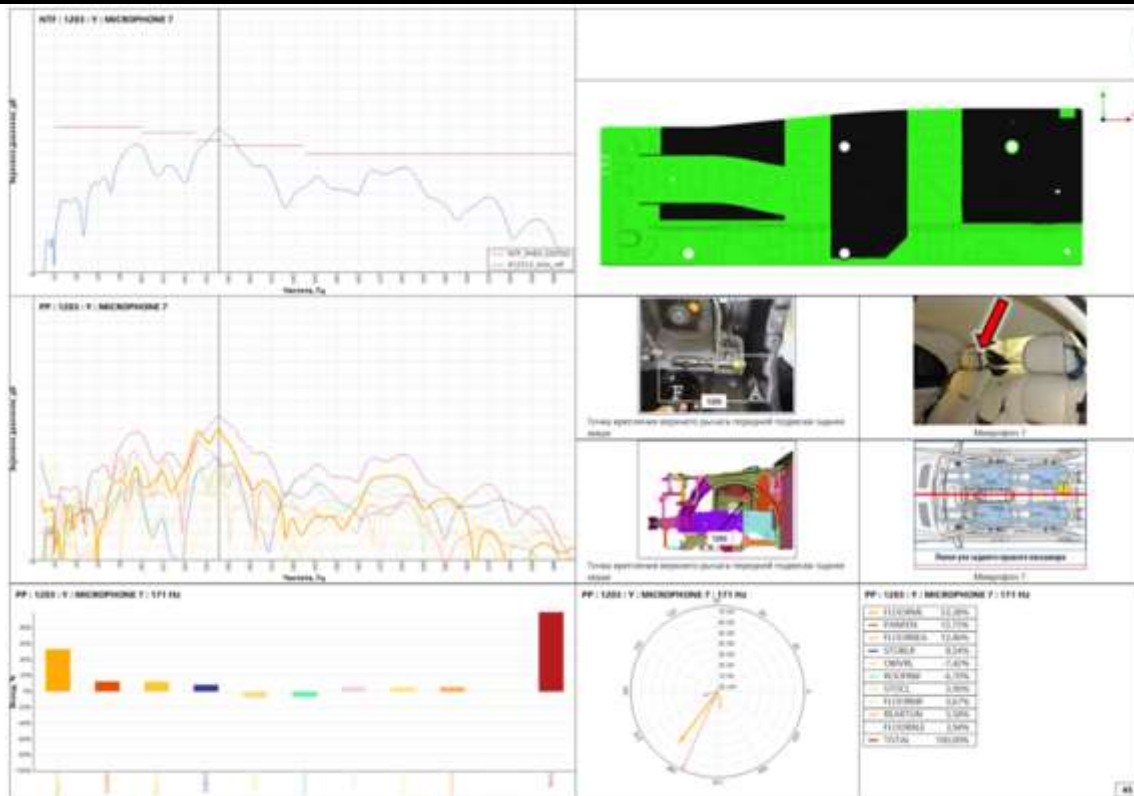


Рисунок 19. - Анализа ФПШ с определением вклада панелей.

Таким образом исследуются вклады форм колебаний структуры, внутреннего воздушного акустического объема и панелей на ФПШ.

Более того, для понимания полной картины формирования внутреннего шума при динамическом воздействии, дополнительно исследуются входной механический импеданс точек крепления основных и вторичных источников динамического возбуждения зеленого кузова.

Пример результат комплексных исследований приведен на Рисунке 20.

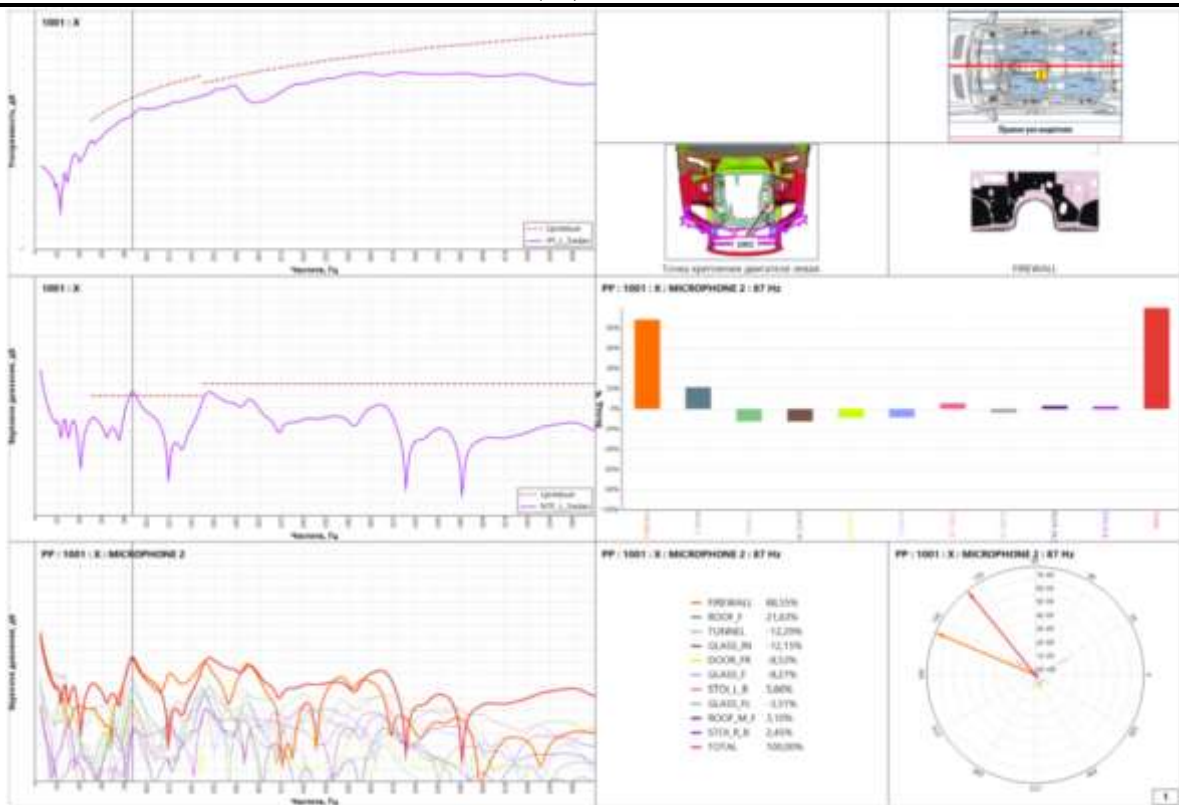


Рисунок 20. - Анализа ФПШ с определением вклада панелей с исследованием входного механического импеданса точек крепления силового агрегата.

Таким образом исследуются вклады форм колебаний структуры, внутреннего воздушного акустического объема и панелей на ФПШ с учетом входного механического импеданса точек крепления основных и вторичных источников динамического возбуждения зеленого кузова.

Выводы

Проведено исследование функции передачи шума транспортно-технологических средств и комплексов на примере зеленого кузова автотранспортного средства, в рамках которой:

1. Приведены материалы аналитического исследования ФПШ;
2. Разработана КЭМ зеленого кузова и внутреннего воздушного акустического объема АТС;
3. Проведены расчетные исследования ФПШ;
4. Проведены экспериментальные исследования ФПШ;
5. Проведено сравнение результатов расчетных исследований с результатами экспериментальных исследований, по результатам, погрешность в частотном диапазоне до 200 Гц составила до 37 дБ;
6. Разработаны рекомендации улучшения сходимости результатов расчетных и экспериментальных исследований;
7. Исследованы вклады форм колебаний и панелей на ФПШ измеренный в контрольной точке.

Список литературы

1. Рахматов Р.И. Исследование и улучшение акустических характеристик глушителя с учетом термодинамических характеристик потока выхлопных газов с использованием аэроакустических источников / В. Е. Крутолапов, Г.Г. Надарейшвили // Конспект лекций по машиностроению, -01.2022, –с. 553-566. DOI: 10.1007/978-3-030-85233-7_66
2. ANSA версии 24.1.1. СПРАВОЧНОЕ РУКОВОДСТВО.
3. Рахматов Р.И. Исследования модальных характеристик, направленные на всестороннюю валидацию расчетной модели на примере кузова современного транспортного средства / Р.И. Рахматов, В.В. Тремясов, А.П. Ликеев, И.В. Малкин, А.В. Казаков, А.О. Кузьмин // Труды НАМИ. 2023;(3):6-32. (На русском языке.) <https://doi.org/10.51187/0135-3152-2023-3-6-32>.
4. Дж. Аккардо, М. Эль-Кафафи, Б. Питерс, Ф. Бьянчарди, Д. Брандолизио, К. Janssen, М. Мартарелли, Экспериментальный акустический модальный анализ автомобильной кабины, Звук и вибрация, май (2015), стр.10-18
5. Т. Йошимура, М. Сайто, С. Маруяма, С. Иба, “Модальный анализ салона автомобиля с помощью многократного акустического возбуждения”, Труды ISMA, 2012.
6. Х. Цудзи, С. Маруяма, Т. Йошимура, Э. Такахаша, “Экспериментальный метод определения доминирующих акустических режимов для акустического поля салона автомобиля в сочетании со структурой кузова”, Технический документ SAE 2013-01-1905, 2013.
7. Аллеманг Р., Браун Д., Коэффициент корреляции для модального векторного анализа, Материалы 1-й Международной конференции по модальному анализу, Орландо, Флорида, 1982, с. 110-116.
8. [Блейкли, Кен и Роуз, Тед, “Расчеты перекрестной ортогональности для планирования перед тестированием и проверки модели”, Всемирная конференция пользователей MSC 1993. Сборник, Том 1, статья 72, май 1993 года.

References

1. Rakhmatov R.I. Research and improvement of acoustic characteristics of a muffler taking into account thermodynamic characteristics of exhaust gas flow using aeroacoustic sources / V. E. Krutolapov, G.G. Nadareishvili // Lecture notes on mechanical engineering, -01.2022, – pp. 553-566. DOI: 10.1007/978-3-030-85233-7_66
2. ANSA version 24.1.1. REFERENCE MANUAL.
3. Rakhmatov R.I. Studies of modal characteristics aimed at comprehensive validation of the computational model on the example of the body of a modern vehicle / R.I. Rakhmatov, V.V. Tremyasov, A.P. Likeev, I.V. Malkin, A.V. Kazakov, A.O. Kuzmin // Proceedings of NAMI. 2023;(3):6-32. (In Russian.) <https://doi.org/10.51187/0135-3152-2023-3-6-32>
4. J. Accardo, M. El Kafafi, B. Peters, F. Biancardi, D. Brandolisio, K. Janssen, M. Martarelli, Experimental acoustic modal analysis of an automobile cabin, Sound and vibration, May (2015), pp.10-18
5. T. Yoshimura, M. Saito, S. Maruyama, S. Iba, “Modal analysis of the car interior using multiple acoustic excitation”, Proceedings of ISMA, 2012.

6. H. Tsuji, S. Maruyama, T. Yoshimura, E. Takahashi, "An experimental method for determining the dominant acoustic modes for the acoustic field of the car interior in combination with body structure", Technical Document SAE 2013-01-1905, 2013.
 7. Allemang R., Brown D., Correlation coefficient for modal vector analysis, Proceedings of the 1st International Conference on Modal Analysis, Orlando, Florida, 1982, pp. 110-116.
 8. [Blakely, Ken and Rose, Ted, "Cross orthogonality calculations for planning before testing and verifying a model," MSC World User Conference 1993. Collection, Volume 1, article 72, May 1993.
-