



# НАУЧНЫЙ АСПЕКТ

ТОМ 8

- ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ
- ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ
- ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ВЫПУСК 2



20  
21

УДК 001.8(082)

ББК 1

Н 34

*Периодичность – четыре раза в год*

*Свидетельство ПИ № ФС 77-48432*

**ISSN 2226-5694**

Состав ред. коллегии и сведения об учредителе  
приведены на сайте <http://na-journal.ru>

Н 34 НАУЧНЫЙ АСПЕКТ № 2 2021. – Самара: Изд-во ООО «Аспект»,  
2021 . – Т8 . – 124 с.

Журнал «Научный аспект» является научным изданием и отражает результаты научной деятельности авторов по различным дисциплинам в области гуманитарных, естественных и технических наук.

УДК 001.8(082)

ББК 1



Почтовый адрес: 443068 г. Самара, а/я 1674

Официальный сайт: <http://na-journal.ru>

Электронная почта: [public@na-journal.ru](mailto:public@na-journal.ru)

Подписано к печати 05.07.2021

Бумага ксероксная. Печать оперативная. Заказ № .  
Формат 60×84 /16. Объем 7.44 п.л. Тираж 100 экз.

Отпечатано в типографии ООО «Инсома-пресс»  
443080, г. Самара, ул. Санфировой, 110 А; тел.: (846) 222-92-40

# Содержание

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### **Карабач М. Т., Харитоненков А. И.**

Электронные формы представления и обмена информацией  
(Semantic eScience).....839

### **Темирканова Э. К., Ерланова У. Е.**

Разработка выборочной схемы эвакуации при пожаре  
с использованием алгоритмов адаптивной маршрутизации  
и наблюдения по конусу трафика RFID с методом затенения.....849

### **Побежимов М. Д.**

Особенности программного обеспечения, используемого для  
автоматизации деятельности на предприятиях по обслуживанию  
автомобилей в городе Екатеринбурге..... 861

### **Яблонский Д. А.**

Механизм обработки потоковых данных.....865

### **Матвеева А. В.**

Оптимизация построения маршрута с помощью генетического  
алгоритма..... 869

### **Лазуков М. Р.**

Цифровая перепись населения..... 873

### **Безкровная Г. Д.**

Применение информационных технологий  
при проведении финансово-экономического анализа..... 877

### **Сансызбаев Д. Б.**

Совершенствование системы менеджмента в условиях  
чрезвычайных ситуаций путем развития цифровизации  
в здравоохранении.....882

### **Богачев Д. С.**

Проведение экспериментов по совместной регистрации  
зрительных вызванных потенциалов P300 и айтрекера..... 885

**Теремов И. А.**

Метод изоляции конфиденциальных данных  
от дисковых I/O-операций.....896

**Скляднев Д. С.**

Автоматизированный процесс расстановки крепежных изделий  
в САПР.....901

**ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ**

**Садыков М. А., Алманбетов А. А., Рысалиев А. С.**

Перспективы использования возобновляемых источников энергии  
в сельском хозяйстве.....905

**Садыков М. А., Алманбетов А. А., Рысалиев А. С.**

Альтернативные источники энергии  
в сельском хозяйстве.....912

**Изместьев С. А.**

Бриллиант или муассанит?.....919

**Сарыков Н. С.**

Использование биогазовых установок в микросетях.....925

**Сензюк С. В.**

Промывка судовых систем.....929

**Бурнашева С. Г.**

Обоснование выбора дорожного покрытия  
на транзитных участках автомобильных дорог в Республике Саха  
(Якутия).....931

**Корнилова Д. М.**

Влияние коэффициента бокового расширения на деформационные  
характеристики однофракционных сыпучих сред.....935

**Козлов И. С.**

Моделирование схемы управления питанием в программной среде  
Multisim.....939

**Салих А., Кудабай Е., Дмитриев В. Д.**

GaN МИС усилителя с распределенным усилением..... 942

**Арапов М. С.**

Эволюция научно-технической деятельности в атомной энергетике  
в период с 2010 по 2020 гг. на примере конференций «Global» and  
«Top Fuel»..... 953



---

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 004

## Электронные формы представления и обмена информацией (Semantic eScience)

**Карабач Максим Тарасович**

магистр Московского авиационного института  
(национального исследовательского университета)

**Харитоненков Антон Игоревич**

старший преподаватель Московского авиационного института  
(национального исследовательского университета)

***Аннотация:** В статье рассмотрено понятие eScience, его основные компоненты, состав, темы, а также проблемы данной сферы и значение онтологий в ней.*

***Abstract:** The article discusses the concept of eScience, its main components, composition, topics, as well as the problems of this area and the importance of ontologies in it.*

***Ключевые слова:** электронная наука, семантика, биоинформатика, семантическая сеть, семантическая сетка.*

***Keywords:** eScience, Semantic eScience, bioinformatics, Semantic Web, Semantic Grid.*

---

### Основные темы eScience

Взаимосвязанные, масштабируемые, реальные и повторно используемые исследования — это всеобъемлющая цель eScience. Джим Грей (которого часто считают основоположником eScience) сказал: «Все в науке меняется из-за воздействия информационных технологий». eScience началась с задачи расширения научных приложений с использованием грид-вычислений, но со временем эволюционировала и стала синонимом любых без исключения усилий по применению новой информации и информационных технологий для улучшения научного процесса и результатов.[1]

Некоторые основные темы eScience:

- Открытая наука: наука, доступная для всех, без каких-либо препятствий для восприятия.
  - Расширение масштабов науки: доступ к вычислительной инфраструктуре соответствующего размера для всех исследователей.
  - Обеспечение постоянства исследовательских артефактов: идентификаторы и управление версиями, которые помогают нам отслеживать то, что мы создаем и используем.
  - Упаковка и обмен результатами исследований: контейнеризация и библиотеки готовых образов программного обеспечения для конкретных задач.
  - Рабочие процессы и виртуальные лаборатории для записи и обмена полными экспериментами
  - Лучшее описание исследования: семантика данных и методов
  - «Живая» исследовательская инфраструктура, которая включает данные, код и рабочий процесс непосредственно в исследовательскую статью.
- Краткое введение в каждую из этих тем по очереди представлено ниже.

## Открытая наука

Открытая наука направлена на снижение стоимости участия в исследованиях, делая результаты общедоступными, и в то же время на повышение прозрачности исследований за счет обмена кодом и данными.

Технологии теперь позволяют нам создавать гораздо более эффективные контейнеры для всех этих ценных исследований, чем бумага, поэтому давайте сначала исследуем, какие аспекты науки (или исследования — те же идеи могут применяться вне науки) можно эффективно «открыть». Движение за открытую науку определило многие компоненты исследовательского предприятия, которые требуют определенной стратегии, чтобы сделать их по-настоящему открытыми, см. Портал FOSTER (внешняя ссылка) для полезного обсуждения, а отрывок показан ниже в таблице 1.[2]

В рамках сообщества GIScience Open Source Geospatial Foundation, в просторечии известная как OSGeo, возникла в последние несколько лет как сообщество, посвященное созданию, ГИС-систем с открытым исходным кодом, таких как QGIS и OSGeo4W. Верные типу, эти кодовые базы

Таблица 1. Краткое изложение аспектов исследования, которые можно раскрыть

Открытый исходный код	Использование таких платформ, как GitHub и Bitbucket в качестве репозитория открытого кода, а также для контроля версий.
Открытые данные	Использование ориентированной на сообщества инфраструктуры данных, такой как Neon Data Portal
Открытый обзор	Открытые журналы делятся подробностями как рецензентов, так и рецензентов и приглашают к открытому обсуждению, например Semantic Web Journal
Открытые политики	Ясность решений и приоритетов финансирования, таких как OpenAire
Открытые инструменты, рабочие процессы и виртуальные лаборатории	Программные среды, которые выходят за рамки совместного использования цифровых артефактов, а также делятся тем, как все они соединяются в повторяемую последовательность

полностью открыты, как и сообщество, которое их поддерживает. Таким образом, можно использовать, исследовать и расширять код по своему усмотрению и делиться им с кем угодно. Некоторые журналы GIScience теперь также будут публиковать код для журнальных статей, что является небольшим, но полезным шагом в правильном направлении.

## Расширение масштабов науки

Большая часть ранних исследований в области eScience была сосредоточена на новых способах сделать вычислительную мощность доступной для всех исследователей [3], не только для тех, кто мог получить доступ к национальным средствам высокопроизводительных вычислений (НРС). Первоначально это привело к созданию вычислительных сетей, а позднее — к исследованию облаков (как общедоступных, так и частных). Обычно эти платформы строятся из обычных серверов или даже настольных компьютеров, собранных в один большой виртуальный компьютер. Хотя они не подходят для решения тесно связанных задач, кото-

рые мы наблюдаем при моделировании климата или гидродинамике, они очень полезны во многих приложениях для геномики и пространственного анализа и гораздо более производительны, чем рабочий стол в офисе. Что наиболее важно, они предоставляют согласованную вычислительную платформу для исследовательских сообществ для развертывания согласованного, совместно используемого программного обеспечения и данных. Задача переноса алгоритмов GIScience на более крупные платформы высокопроизводительных вычислений остается постоянной проблемой. [4]

## **Постоянные идентификаторы и управление версиями**

Одна из ключевых задач в проведении «связанных» исследований — это создание постоянных цифровых идентификаторов, которые позволяют однозначно идентифицировать артефакты исследования и определять их версии. Установление идентификаторов, которые сохраняются и имеют значение за пределами одного учреждения или области, является организационной проблемой. Текущее решение включает в себя создание доверенных центров, которые могут при необходимости «создавать» новые идентификаторы как услугу, а также проверять, к какому ресурсу относится идентификатор. Например, ORCID — это постоянный идентификатор для исследователей, который включает в себя любую местную идентичность, которую может иметь человек (например, от прошлой и нынешней институциональной принадлежности). Таким образом, это более удобный способ обращения к человеку. Идентификаторы ORCID запоминают, кто вы, даже если вы измените свое имя, принадлежность или даже страну.

Постоянные идентификаторы также необходимы для всего диапазона цифровых исследовательских артефактов, включая наборы данных, методы (код), инструменты и даже исследовательскую деятельность. Например, рассмотрите идентификаторы исследовательской деятельности или RAID. Подобные идентификаторы важны, потому что URL-адреса (унифицированные указатели ресурсов), используемые во Всемирной паутине, оказались ненадежными в качестве средства постоянной идентификации местоположения ресурса: поскольку ресурсы перемещаются, и топология сети изменяется. Чтобы сделать вещи доступными для обнаружения

и многократного использования, нам сначала нужно, чтобы они сохранялись и оставались неизменными.[5]

## **Контейнеризация**

Еще один шаг к повторяемости предлагает «контейнерная» инфраструктура, такая как Docker. Программный контейнер — это место для хранения образа среды выполнения — программного пакета, который включает прикладные программы и часто также данные. Этот образ создается путем сериализации рабочего приложения, то есть записи памяти, содержащей рабочее программное обеспечение, в хранилище. Тогда им можно будет легко поделиться. После получения его можно открыть, «воссоздать» и сразу же запустить. Оно будет вести себя точно так же, как и исходное программное обеспечение, поэтому предоставляет очень удобный способ «попытожить» и поделиться экспериментом или частью исследования с новыми пользователями. Контейнеры помогают поддерживать как повторяемость, так и воспроизводимость, и теперь они достаточно развиты, чтобы надежно использоваться в рамках процесса экспертной оценки в науке.

Научные записные книжки, такие как Jupyter Notebooks, являются популярными вариантами контейнерной инфраструктуры, используемой в классе и в лабораторных условиях во всем мире. У них есть несколько преимуществ: они маленькие и их легко развернуть; им обычно не требуется много вычислительных ресурсов для работы; они объединяют код, данные и описание / документацию в единую среду; они помогают пользователю избежать проблем с установкой и интеграцией программного обеспечения; и их можно легко развернуть в облаке, скажем, в учебных целях. Кроме того, они, как правило, небольшие и автономные, что упрощает и ускоряет их развертывание.

Большие и разнообразные библиотеки контейнерных приложений становятся доступными в нескольких областях, включая ГИС-науку, что позволяет исследователям загружать и повторно использовать исследовательские инструменты других. Например, этот список DockerImages представляет собой быстрорастущую библиотеку функций ГИС с открытым исходным кодом от сообщества OSGeo, которую можно легко использовать повторно. [6,7]

## **Рабочие процессы и виртуальные лаборатории**

Рабочий процесс можно рассматривать как расширение контейнеризации; помимо возможности совместного использования всех экспериментов, они идут дальше и формально описывают, как различные программные компоненты связаны друг с другом. Среды рабочего процесса поддерживают объединение аналитических методов в цепочку таким образом, чтобы полностью описать все этапы эксперимента. По сути, это язык для определения ориентированного графа, где узлы — это вычислительные методы, а ребра — это связи, по которым данные (или управляющая информация) передаются и управляются. [8]

Среда рабочего процесса Galaxy — это, пожалуй, самый известный механизм рабочего процесса, который активно используется в исследованиях в области биоинформатики. GeoVISTA Studio [9] — ранний пример рабочего процесса и среды визуального программирования для географического анализа и визуализации.

Естественным продолжением идей облачных вычислений, контейнеризации и рабочих процессов является Виртуальная лаборатория, которая обеспечивает полностью автономную среду, объединяющую хостинг приложений, программные модули и рабочие процессы, а также подключения к соответствующим коллекциям данных. Отличным примером является Виртуальная лаборатория биоразнообразия и изменения климата, которая поддерживает очень сложное геопространственное моделирование и визуализацию, но в контролируемой среде, которая по сути объединяет все инструменты, данные, методы и сценарии, используемые для анализа, обслуживания как общие ресурсы и общая инфраструктура для исследовательского сообщества.

## **Богатое описание данных и методов**

В традиционных журналах, конечно же, общаются люди. По мере того, как журналы переходят в онлайн, семантика все чаще используется для описания «контейнера» для исследовательской статьи все более богатыми способами с помощью метаданных.

Исследовательские артефакты, которые можно «опубликовать» или каким-либо образом распространить, нуждаются в надежных метаданных, чтобы их можно было найти с помощью поисковой системы. Конкретные метаданные, связанные с публикацией, часто используются, например, для описания исследовательских статей, и, конечно же, мы ожидаем, что такие метаданные также используются для поддержки сложных поисковых интерфейсов, которые помогают нам находить полезный контент. Многие платформы публикации академических журналов теперь также регулярно используют библиотечные метаданные для обогащения описания каждой опубликованной статьи.

Многие журналы и службы индексирования журналов теперь, конечно, также используют ключевые слова для описания исследовательской статьи, и некоторые из них могут быть взяты из контролируемого словаря или онтологии. Например, GeoRef разрабатывает и поддерживает структурированные словари для публикаций по геонаукам с 1966 года. Этот вид метаданных выходит за рамки описания статьи в общих чертах и начинает описывать само содержание. То же самое касается данных и кода, каждый из которых может быть подробно описан с точки зрения того, кто их создал, на каких условиях они могут быть повторно использованы и даже в том, какие исследовательские вопросы они могут помочь прояснить. [10]

## **Значение онтологий в области Semantic eScience**

Онтологии широко используются в интерактивной научной деятельности или электронной науке (eScience), особенно в ролях, связанных с управлением и интеграцией ресурсов данных и рабочих процессов. Предполагается, что это использование было сосредоточено на обеспечении более эффективной работы инфраструктур eScience, но меньше внимания уделялось инновациям в области научных знаний. Больше внимание к онлайн-инновациям может быть достигнуто за счет более четкого представления научных артефактов, таких как теории и модели, и большего количества онлайн-инструментов, позволяющих ученым напрямую создавать и проверять такие представления. Это должно привести к рутинному использованию онтологий учеными и способствовать новым

и потенциально отличным научным результатам, которые помогут открыть eScience следующего поколения.

Онтологии уже играют ключевую роль в этих областях. Например, в виртуальных обсерваториях онтологии: (1) используются для аннотирования структуры и содержания научных баз данных и рабочих процессов, чтобы сделать их совместимыми, (2) помогают направлять структуру и содержание научного рабочего процесса, чтобы прояснить научные рассуждения и в более общем плане они (3) способствуют научному дискурсу, предоставляя контент и контекст для онлайн-диалога в виртуальных сообществах.

Однако, эти улучшения в основном влияют на использование научных данных и методов в Интернете, в то время как окружающие знания, теория, предположения, рассуждения и другой контекст в значительной степени остались позади. Это подчеркивается положением онтологий в инфраструктурах, где они часто отодвигаются на второй план. Действительно, онтологии редко используются учеными напрямую несмотря на то, что они могут помочь в представлении знаний. В противном случае могло бы казаться, что они отсутствуют. Вместо этого они чаще напрямую используются компьютерами для обеспечения правильной работы автоматизированных компонентов инфраструктуры. Это поднимает нерешенные вопросы о том, насколько эффективно онтологии используются для инноваций знаний, исходя из их исходной позиции в инфраструктуре.

Предполагается, что онтологии недостаточно используются в развитии новых научных знаний. Это в значительной степени связано с тем, что — по большей части — онтологии рассматриваются как инженерные артефакты, необходимые для более эффективного выполнения задач, а не как артефакты знаний, которые, например, помогают описать некоторый пробел в научной теории или недостаток в рассуждениях. Более того, использование онтологий eScience в настоящее время в значительной степени мотивируется операционной эффективностью, при этом последующее влияние на развитие научных знаний в настоящее время минимизировано и значительно ниже их потенциала. В противоположном видении приоритет отдается инновациям в знаниях, в которых ученые используют онтологии как для выражения гипотез, теорий и моделей, так и для их генерации и проверки.

В этом вдохновляющем видении ученые используют онтологии напрямую как часть рутинных научных исследований, потому что среда e-Science предназначена для облегчения этого. Такое прямое взаимодействие ученого со знанием, основанным на онтологии, то есть семантической наукой *in-silico*, должно затем помочь оживить научную онлайн-методологию, помогая генерировать более богатые идеи и улучшая нашу способность повторять, сообщать и подтверждать научные результаты.

## **Выводы**

Если мы серьезно отнесемся к проблемам eScience, мы будем работать над улучшением способа представления, передачи, архивирования, обнаружения, повторного использования и оценки наших академических результатов путем изменения нашего собственного поведения. Это включает в себя удвоение наших усилий, чтобы наши собственные исследования были открыты для всех и были настолько прозрачными и повторяемыми, насколько это возможно. Это также может включать в себя изменение статуса-кво в академических кругах, которое не всегда стимулирует наиболее полезное и продуктивное поведение. По крайней мере, нам нужно работать над системой, которая поощряет «хорошее» поведение. Одним из небольших шагов может быть предоставление опубликованному коду и данным того же статуса, что и у исследовательской статьи, с использованием экспертных оценок и количества цитирований в качестве меры качества.

Если мы решим эти проблемы, мы сделаем науку — да и все исследования — более открытыми, более воспроизводимыми, более честными и, в конечном итоге, более полезными. Если мы этого не сделаем, мы передадим следующему поколению исследователей еще больший беспорядок, чем тот, который унаследовали мы сами.

## **Список литературы**

1. Beard, D.A., Britten, R., Cooling, M.T., Garry, A., Halstead, M.D., Hunter, P.J., Lawson, J., Lloyd, C.M., Marsh, J., Miller, A. and Nickerson, D.P. (2009). CellML metadata standards, associated tools and repositories. Phil-

- osophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, 367:1895, pp.1845–1867.
2. Chumbe, S., Kelly, B., & MacLeod, R. (2015). Hybrid journals: Ensuring systematic and standard discoverability of the latest open access articles. *The Serials Librarian: From the Printed Page to the Digital Age*, 68(1–4), 143–155.
  3. Davenhall, C. (2011). *The DCC Digital Curation Reference Manual, Installation on Scientific Metadata*. Online publication available from: [http://www.dcc.ac.uk/sites/default/files/documents/Scientific%20Metadata\\_2011\\_Final.pdf](http://www.dcc.ac.uk/sites/default/files/documents/Scientific%20Metadata_2011_Final.pdf)(link is external)
  4. Foster, I., and Kesselman, C. (1999). *The Grid: Blueprint for a New Computing Infrastructure*. Morgan Kaufmann Publishers. ISBN 978–1–55860–475–9.
  5. Fouilloux, A., Goué, N., Barnett, C., Maroni, M., Nahorna, O., Clements, D., Hiltmann, S. 2020. *Galaxy 101 for everyone (Galaxy Training Materials)*. </training-material/topics/introduction/tutorials/galaxy-intro-101-everyone/tutorial.html>(link is external).
  6. Hey, T., Tansley, S. and Tolle, K. Eds. (2009). *The Fourth Paradigm: Data-Intensive Scientific Discovery*, Redmond, VA: Microsoft Research, 2009, ISBN 978–0–9825442–0–4, <http://fourthparadigm.org>(link is external)
  7. Klump, J., and Huber, R. (2017). 20 Years of Persistent Identifiers — Which Systems are Here to Stay?. *Data Science Journal*, 16, 9.
  8. Knoth, P. and Pontika, N. (2015) *The Open Science taxonomy*. [www.fosterscience.eu/resources](http://www.fosterscience.eu/resources)(link is external).
  9. Perkel, J. M. (2019). Workflow systems turn raw data into scientific knowledge. *Nature*, 573, 149–150.
  10. Shook, E., Hodgson, M. E., Wang, S., Behzad, B., Soltani, K., Hiscox, A. and Ajayakumar, J. (2016). Parallel cartographic modeling: a methodology for parallelizing spatial data processing. *International Journal of Geographical Information Science* 30 (12):2355–2376.

УДК 004

## **Разработка выборочной схемы эвакуации при пожаре с использованием алгоритмов адаптивной маршрутизации и наблюдения по конусу трафика RFID с методом затенения**

**Темирканова Эльвира Кадылбековна**

*PhD, доцент Алматинского университета энергетики и связи имени Г. Даукеева*

**Ерланова Умит Ерланкызы**

*магистрант Алматинского университета энергетики и связи имени Г. Даукеева*

***Аннотация:** В этом исследовании применяется технология радиочастотной идентификации (RFID), она зачастую используется вместе с адаптивными маршрутными алгоритмами дабы можно было осуществить наиболее эффективный выбор и оценку путей эвакуации при пожаре и проверить уровень эффективности комплекса противопожарной безопасности зданий и составления отчётности об оценке уровня эффективности аварийной эвакуации и комплекса противопожарной защиты. Эффективное передвижение людей через все имеющиеся пути аварийной эвакуации в здании во время пожара или взрыва принято считать основным по значению фактором не только лишь для лёгкости управления комплексом противопожарной безопасности, но и для удобства сдерживания паники людей во время перегруженности, когда в кратчайшие сроки требуется эвакуировать всех людей из здания, в котором происходит аварийная ситуация. Это поможет сохранить как можно большей жизнью людей. Наиболее короткий путь ко всем имеющимся путям аварийной эвакуации — это главный фактор оценки эффективности функционирования комплекса противопожарной безопасности, а второй — проверка на практике путей пожарной эвакуации на в испытываемом здании, что поможет убедиться в том, сможет ли оно гарантировать оптимальную загруженность, безопасность и доступность путей на протяжении всего времени эвакуации. Наиболее короткий путь находится по алгоритму Дейкстры, после чего вес каждого соединительного пути обрабатывается RFID-конусом трафика, который устанавливается на всех путях аварийной эвакуации. Человек с личной RFID-меткой во время эвакуации через соответствующие выходы обрабатывается системой. Станции обрабатывают RFID-конусы трафика и передают эти данные, например, ФИО, состояние человека, время выхода через аварийный выход и другие необходимые показатели, в RFID-базу данных при помощи сети Wi-Fi. Более того, в этом исследовании продемонстрирована модель затенения, дабы оценить внутреннюю локализацию с помехами в здании и эффективность обработки данной ситуации RFID-дорожными*

конусными станциями, которые с лёгкостью транспортируются для установки рядом со всеми имеющимися путями аварийной эвакуации из здания. Данные методы подходят для обработки сразу большого количества людей рядом RFID — станций дорожных конусов и могут охватывать сразу несколько путей аварийной эвакуации при пожаре. Всё это помогает эффективно распоряжаться временем во время аварийной ситуации в здании и сохранить максимальное количество человеческих жизней. Используя полученную информацию составляется поддержка RFID-меток на всём пути аварийного выхода из здания, также может быть включено автоматическое отображение их расположения в плане здания, который охватывает сразу все этажи. Таким образом, в исследовании демонстрируются смоделированные ситуации, которые иллюстрируют то, что методы нахождения расположения людей с помощью RFID-конусов могут быть улучшены, дабы более точно оценивать обстановку в аварийной ситуации, а выбор оптимального пути для выхода из здания уже работают на достойном уровне.

**Abstract:** *This paper uses Radio Frequency Identification (RFID) technology which can be applied with adaptive routing algorithms for selecting and evaluating fire escape routes to test the effectiveness of the building fire protection system for monitoring fire evacuation and fire protection systems. A suitable trajectory of all available fire escape routes in a building in case of a fire or explosion is the main key of importance not only for the effective management of the fire protection system. It can also be the control of overload situations, the shortest evacuation time, etc. which ensures safety for all potentials victims. The shortest of all available fire escape routes is the main criterion for assessing. The second one is the real fire evacuation situation on this electoral path, which can guarantee less load, safety, and accessibility of the path at all times. The shortest path is calculated using the Dijkstra algorithm, and then the weight of each connecting path is updated with RFID traffic cone data, which is installed in each fire exit path. The user with their RFID tags is read when passing along the fire escape routes. The stations read RFID traffic cones and send name, status, arrival time, and other important data into RFID data based on the Wi-Fi channel. This paper presents a shading model for assessing internal localization within the complicated site with RFID traffic cone stations, which can be easily moved for installation along all available fire escape routes. These RFID techniques can be used to work with multiple users, multiple RFID traffic cone stations, and multiple fire escape routes. It provides an efficient time management scheme with correct reporting data and can be processed in real-time to obtain the status of the fire protection system. Based on the data, support for RFID tags for each detail of a fire-fighting product and fire escape routes is created. Their localization can be automatically displayed in the floor plan of a fire building. Finally, experiments are presented to illustrate that RFID traffic cone localization techniques can be improved for more accurate real-world assessment, while the shortest path selection of a fire escape route may work well.*

**Ключевые слова:** RFID, пути эвакуации, PDA, алгоритм Дейкстры.

**Keywords:** RFID, escape routes, PDA, Dijkstra algorithm.

## 1. 1. Проектирование архитектуры путей эвакуации при пожаре

Аварийные выходы и приспособления, помогающие справиться с аварийной ситуацией, которые располагаются внутри здания, крайне важны для эффективного разрешения любой внештатной ситуации, это требуется учитывать во время составления карты этажа в соответствии со строительным законодательством контроля описаний пожарной безопасности. Пассивные метки RFID располагаются как на средства защиты от пожара, так и на людей, которые, в свою очередь, обрабатываются считывателем RFID–трафика [7] - [8], как показано на рис.1.

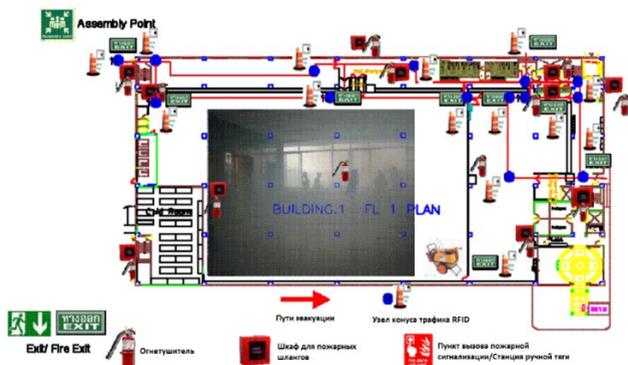


Рисунок 1. Поэтажный план архитектурного проектирования пути пожарной эвакуации

## 2. Конструкция механизма конуса движения RFID

Принято считать, что коммерческие транспортные конусы делятся на два типа. Одни состоят из прочного материала, другие – из эластичного. Твердые конусы легче использовать, но они быстро ломаются и не могут быть заменены, эластичные же конусы могут быть более эффективными, но их применение достаточно сложно на практике. Становится понятно, что решение вопроса о том, какой тип конусов использовать может

стать решающим для максимизации эффективности разрешения внештатных ситуаций в здании. Модель транспортного конуса, которая предложена в исследовании, отражает положительные стороны обоих типов, описываемых здесь, наглядно демонстрируя его динамическое изменение формы, упругость, сопротивление ударам, возможность удалённого управления с RFID-зондирующим модулем. Вся система механизма RFID-дорожного конуса состоит из пластика с скользящими отражающими стержнями в количестве от 5 до 7 штук, которые раздвигаются на 75-86 см. высота и ширина круглого основания составляет 38 сантиметров. RFID-метки, ПЗС-камера, маленький генератор постоянного тока и модуль беспроводного управления установлены на этой модели, как показано на рис. 2, и эти RFID-дорожные располагаются около всех аварийных выходов в здании так, как показано на рис.3.

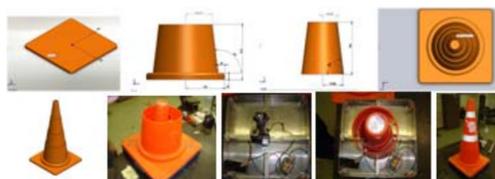


Рисунок 2. Конструкция механизма конуса движения RFID

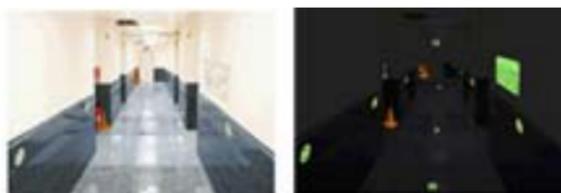


Рисунок 3. Установка RFID-конуса движения на пути пожарной эвакуации в ситуации, когда основное электричество обычно включается и выключается

### 3. Методы локализации конуса движения RFID

Один из главных вопросов, которые рассматриваются в данной работе заключается в системе внутреннего расположения [9]-[10] суть его в том,

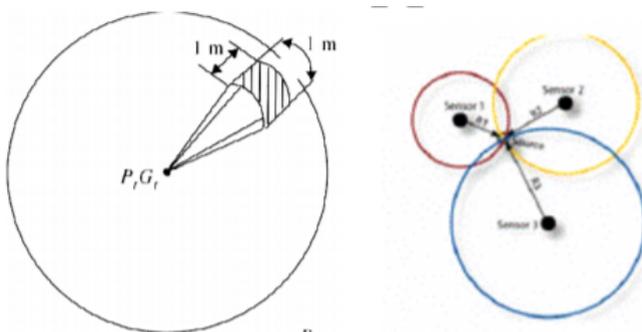
чтобы выявить наиболее универсальное решения для всех возможных аварийных ситуаций. Модель распространения в свободном пространстве и модель затенения анализируются для составления карт местоположения внутри зданий RFID-обнаружения противопожарной безопасности, которое упомянуто в этой статье.

*А. Модель Распространения в Свободном Пространстве*

Модель распространения в свободном пространстве чаще всего используется для обширных пространств без препятствий, например для улиц или районов города. Прием сигнала мощности в соответствии с его расстоянием ( $P_r(d)$ ) может быть найден из уравнения

$$P_r(d) = \frac{P_t G_t G_r^2}{(4\pi)^2 d^2 L} \tag{1}$$

Где  $d$  – средний диапазон расстояний между двумя точками беспроводного доступа,  $P_t$  – сигнал мощности передачи,  $G_t$  – коэффициент усиления контура мощности передающей части,  $G_r$  – коэффициент усиления контура мощности приемной части,  $\lambda$  – длина волны и  $L$  равна 0,0054. Сигнал приемной мощности ( $P_r(d)$ ) значительно затухает с  $1/r^2$  с увеличением расстояния распространения, как показано на рис.4. Таким образом, в данной работе для поиска локализации применяются три беспроводные точки доступа с сетью Wi-Fi.



**Рисунок 4. Модель распространения сигнала приема мощности в свободном пространстве и три положения датчиков**

Таблица 1. Показатели потерь пути для различных сред

Окружающая среда		Показатели потерь пути, $\beta$
Наружное здание	Свободное пространство	2
	Городская сотовая связь	От 2,7 до 3,5
	Городское радио	От 1,6 до 1,8
Крытое здание	Строительное препятствие	От 4 до 6
	Офисное здание (одноэтажное)	От 1,6 до 3,5
	Офисное здание (несколько этажей)	От 2 до 6
	Заводское препятствие	От 2 до 3

**В. Затененная модель**

Для модели внутреннего распространения с отражениями и препятствиями, показанной на рис. 5, сигнал мощности может затухать еще быстрее с расстоянием распространения сигнала, поэтому затенение доминирует за счет затухания от блокирующих объектов, но это моделирование заметно усложняет прогнозирование точного местоположения.

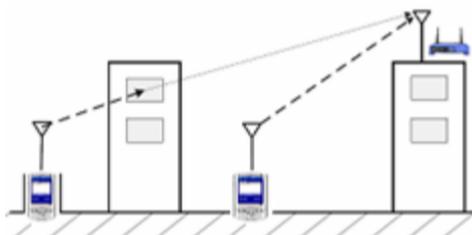


Рисунок 5. Затенение может привести к большим отклонениям от прогноза потерь пути

В потерях на трассе преобладают отражения, поэтому самый важный параметр - показатель потерь на трассе ( $\beta$ ) определяется эмпирически. Для повышения эффективности модели распространения в свободном пространстве уравнение затенения можно упростить ниже.

$$\frac{P_r(d_0)}{P_r(d)} = \left(\frac{d}{d_0}\right)^\beta \tag{2}$$

$$\left[ \frac{P_r(d)}{P_r(d_0)} \right]_{dB} = -10\beta \log\left(\frac{d}{d_0}\right) + X_{dB} \quad (3)$$

Где может быть подходящим регулировочным значением экспериментальной площади помещения здания, а  $X_{dB}$  – компенсирующим или начальным значением.

### С. Вычисление Треугольного Расстояния

Пользователю с его телефоном, который оснащён RFID-дорожным конусом, было предложено отправить свои идентификационные данные (ID) в близлежащую точку доступа Wi-Fi и принять соединительный сигнал от канала Wi-Fi в одно и то же время, и этот процесс связи автоматически осуществлялся до тех пор, пока пользователь не выключил свой телефон и не перезагрузил его. Положение телефона непрерывно контролировалось главным компьютером по сети Wi-Fi.



Рисунок 6. Беспроводное соединение между КПК и точкой доступа Wi-Fi.

Когда расстояние пользователя с его телефоном и точками доступа Wi-Fi известно из соотношения их модели распространения, описанного в уравнениях (1) – (2), каждое значение расстояния используется для вычисления по следующей формуле

$$(x - h)^2 + (y - k)^2 = r^2 \quad (4)$$

Где  $x$  и  $y$  – декартовы координаты осей каждой точки доступа Wi-Fi (WPs), радиус которой равен  $r$  с  $(k, h)$  положением центра с тремя пересечениями круговой области (отражено на рис.9).

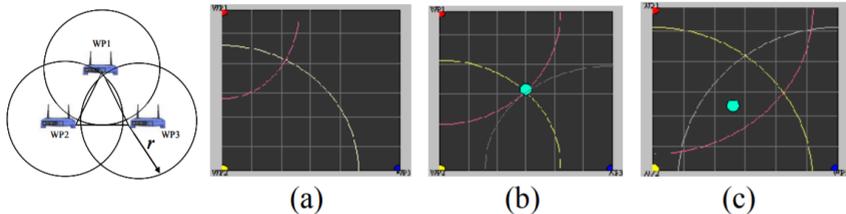


Рисунок 7. Условие (а) отсутствие точки пересечения (б) одиночная точка пересечения и (с) целевая точка трех окружностей WP

*D. Метод локализации конуса движения RFID*

Сектор, в котором происходит испытание имеет квадратный размер 40 м x 40 м и разделён субквадратным блоком, как показано на рис. 10. Точки доступа Wi-Fi располагаются по оси x-y вдоль этой области, а RFID-защита, которая определяет уровень защиты от возгорания, находится с помощью уравнения распространения свободного пространства. Беспроводные точки доступа (WP1, WP2 и WP3) принимают сигнал, который поступает от человека с его телефоном. После этого расстояние каждой беспроводной точки и телефона находится для непрерывного определения расположения мобильного аппарата. Свободное уравнение модели пространственного распространения, как показано в (1) находится по следующей формуле, при Pt, равном 18 дБм, Gt, равном 1, Gr, равном 1, , равном 720 нм и L, равном 0,0054, что может быть преобразовано в мощность в дБм в мВт следующим образом:

$$P_r = 18 \text{ дБм} = 10 \log_{10}(mВт) \tag{5}$$

$$mВт = 0.06309$$

Диапазоны расстояний d(m) рассчитаны в соответствии с моделью распространения свободного пространства, приведенной в таблице 2.

**4. RFID-дорожный конус для алгоритма выбора пути эвакуации при пожаре**

Алгоритм Дейкстры чаще всего используется для определения наиболее короткого пути выхода из здания во время пожара. Во-первых, определяются исходные узлы RFID-конуса трафика ( $i=1,2,\dots,n$ ). Во-вторых, нахо-

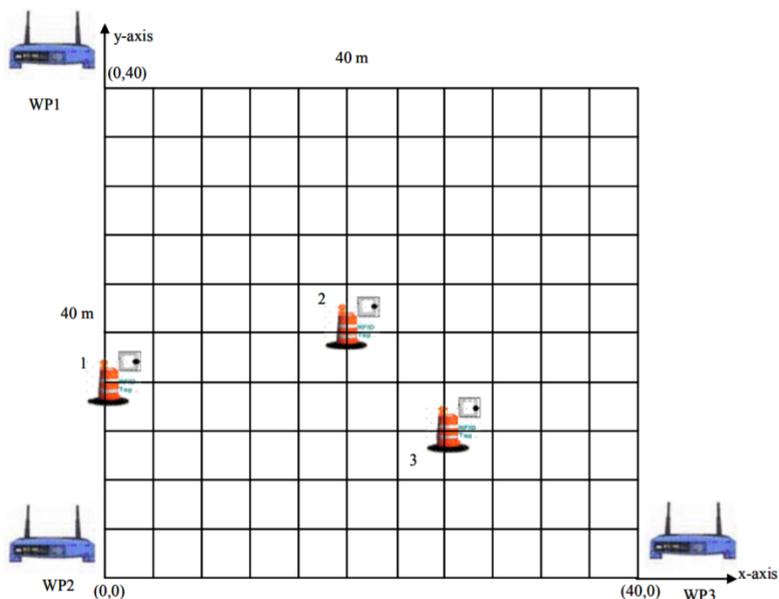


Рисунок 8. RFID-дорожный конус в зоне тестирования модели распространения свободного пространства

Таблица 2. Диапазон расстояний для расчета различных трех точек беспроводного доступа по модели распространения свободного пространства

No	Беспроводные точки доступа (БТД)					
	WP1		WP2		WP3	
	d(m)	P <sub>r</sub> (дБм)	d(m)	P <sub>r</sub> (дБм)	d(m)	P <sub>r</sub> (дБм)
1	24,34	- 52	30,65	- 54	76,98	- 62
2	34,39	- 55	30,65	- 54	38,58	- 56
3	54,5	- 59	43,29	- 57	27,31	- 53

дится стоимость связи  $l(i,j)$  между двумя узлами как вес соединительного пути. В-третьих, определяются  $D(v)$  как значение расстояния между исходными узлами RFID-конуса и всеми соединительными узлами. В-четвертых, находится узел  $w$ , который не входит в  $N\{1,..n\}$  и находится самое малое значение веса для всех подключенных узлов. В-пятых, обновляется

$D(v)$  всего расстояние между последним узлом предыдущего набора и всеми соединяющимися узлами, как  $D(v)=\min\{D(v),D(w)+l(w,v)\}$  и повторяются действия с третьего по пятое шаги до тех пор, пока не будут покрыты все узлы RFID-конуса трафика и, наконец, результат наиболее короткого пути может быть представлен с помощью этого алгоритма и использован в реальной аварийной ситуации.

### 5. Результаты эксперимента

Для определения уровня эффективности RFID-систем противопожарной безопасности была использована система со следующими характеристиками: Pentium(R) 4 CPU 3.01 GHz, notebook Compact Presario 2000, Microsoft SQL Server 2005 и КПК с беспроводным подключением.

Таблица 3. Результат расчета расстояния по модели распространения в свободном пространстве (результаты комнатного эксперимента)

Расчет расстояния от точек беспроводного доступа: d(m)				
	Позиция	Модель свободного пространства	Фактическое расстояние (m)	Ошибка%
WP1	1	24,34	20,00	21,70
	2	34,39	30,00	14,63
	3	54,50	38,50	41,56
WP2	Позиция	Модель свободного пространства	Фактическое расстояние (m)	Ошибка%
	1	30.65	21.00	45.95
	2	30.65	25.00	22.60
	3	43.29	30.00	44.30
WP3	Позиция	Модель свободного пространства	Фактическое расстояние (m)	Ошибка%
	1	76.98	48.00	60.37
	2	38.58	28.50	35.36
	3	27.31	22.50	21.14

Таблица 4. Результат расчета расстояния от модели затенения (экспериментальные результаты внутреннего помещения)

Расстояние $d(m)$ расчет от точек беспроводного доступа при $\beta = 8$				
	Позиция	Модель затенения	Фактическое расстояние (m)	Ошибка%
WP1	1	5	5	0,00
	2	11,5	10	15,00
	3	18,5	15	23,33
WP2	Позиция	Модель затенения	Фактическое расстояние (m)	Ошибка%
	1	5	5	0,00
	2	12	10	20,00
	3	24	15	60,00
WP2	Позиция	Модель затенения	Фактическое расстояние (m)	Ошибка%
	1	5	5	0,00
	2	11	10	10,00
	3	18	15	20,00

Теперь мы понимаем, что местоположение, рассчитанное по модели затенения, более точно, чем по модели свободного пространства, даже если беспроводные точки доступа и RFID-дорожные конусы с телефоном были заблокированы в здании в результате потери пути затенения. Моделирование RFID-контура пожарной эвакуации на 1-м этаже модели здания, как показано на рис. 3, продемонстрировало, что алгоритм Дейкстры с RFID-дорожными конусами может найти наиболее короткий путь из всех путей аварийной эвакуации, даже если начало узла RFID-конуса движения (один из четырнадцати узлов) дифференциально произошло в каждой из пожарно-взрывных ситуаций как узел  $12 \rightarrow 13 \rightarrow 1 \rightarrow 14$ ,  $11 \rightarrow 9 \rightarrow 8 \rightarrow 7$ ,  $2 \rightarrow 1 \rightarrow 14$ .

### Список литературы

1. Klaus Finkenzeller. RFID Handbook: "Radio-Frequency Identification Fundamentals and Application"s. Wiley, New York, 2000.

2. E. Brassart, C. Pegard, and M. Mouaddib, “Localization using infrared beacons”, *Robotica*, vol. 18, no.2, pp. 153–161, 2000.
3. N. B. Priyantha, A. Chakraborty, and H. Balakrishnan, “The cricket localization-support system”, in *Proc. of ACM Int’l Conference on Mobile Computing and Networking (MobiCom)*, 2000.
4. P. Bahl and V. N. Padmanabhan, “Radar: An in-building rf-based user location and tracking system”, in *Proc. of IEEE INFOCOM*, 2000.
5. J. Brusey, M. Harrison, Ch. Floerkemeier, and M. Fletcher. Reasoning about uncertainty in location identification with RFID. In *IJCAI-2003 Workshop on Reasoning with Uncertainty in Robotics*, 2003.
6. G. Dissanayake, H. Durrant-Whyte, and T. Bailey. A computationally efficient solution to the simultaneous localization and map building (SLAM) problem. In *ICRA’ 2000 Workshop on Mobile Robot Navigation and Mapping*, 2000.
7. A. Chattaraj, S. Chakrabarti, S. Bansal, S. Halder and A. Chandra, “Intelligent Traffic Control System using RFID”, *National Conference on Device, Intelligent System and Communication & Networking (AECDISC 2008)*, 10–13, 2008.
8. Penttila K, Sydanheimo L, and Kivikoski M (2004) Performance development of a high-speed automatic object identification using passive RFID technology, *Proceedings of the 2004 IEEE International Conference on Robotics & Automation*, 4864–4868.
9. B. — S. Choi, J. — W. Lee, and J. — J. Lee, “An improved localization system with rfid technology for a mobile robot”, in *Proc. of Conference of IEEE Industrial Electronics (IECON)*, 2008.
10. H. Lim, B. Choi, and J. Lee, “An efficient localization algorithm for mobile robot based on rfid system”, in *Proc. of Int’l Joint Conference on SICE-ICASE*, 2006.

УДК 004.4

## **Особенности программного обеспечения, используемого для автоматизации деятельности на предприятиях по обслуживанию автомобилей в городе Екатеринбурге**

**Побежимов Михаил Дмитриевич**

магистрант Уральского государственного экономического университета

***Аннотация:** Статья посвящена оценке преимуществ и недостатков наиболее распространенного коммерческого программного обеспечения в области автоматизации работы предприятий по обслуживанию автомобилей в городе Екатеринбург. Методом отбора программного обеспечения являются востребованность программного обеспечения на рынке и наличие CRM-системы для облегчения работы с клиентами. Рассмотрены четыре программы, помогающие в работе данной сферы предприятий.*

***Abstract:** The article is devoted to the assessment of the advantages and disadvantages of the most common commercial software in the field of automating the work of car service enterprises in the city of Yekaterinburg. The method for selecting software is the demand for software on the market and the availability of a CRM system able to facilitate work with clients. Four programs that help in the operation of this area of enterprises are considered.*

***Ключевые слова:** CRM-система, программно-информационная система, автоматизация.*

***Keywords:** CRM system, software and information system, automation.*

---

В настоящее время на территории города Екатеринбурга, согласно данным сервиса 2ГИС, действует 82725 предприятий по обслуживанию автомобилей [1]. Для данной отрасли такое количество компаний создает высокую конкуренцию в непростых условиях развития уральского макрорегиона. Значимая часть предприятий использует сторонние коммерческие программные предложения для автоматизации деятельности и управления взаимоотношениями с клиентами.

Отказ предприятий от создания собственных систем автоматизации во многом связан с тем, что в современных условиях, от коммерческого программного обеспечения потребуется меньшее количество затрат на сопро-

вождения и развитие. Большинство руководителей компаний приходит к пониманию необходимости обратить внимание не на расширение компании, а на рост спектра услуг, поскольку только применяя современные средства управления и координируя деятельность предприятия, можно обеспечить устойчивое положение на рынке.

Возможность применения системы управления взаимоотношениями с клиентами (далее — CRM-система) является ключевым фактором при выборе стороннего программного обеспечения. CRM-система позволяет выделять четкие задания для каждого сотрудника автосервиса, повышая эффективность их работы, собирая аналитические данные, а также с помощью данной системы легче взаимодействовать с клиентами через электронные средства общения.

Для данной отрасли бизнеса существует ряд стандартных задач автоматизации деятельности предприятия [2], а именно:

1. Систематизация и контроль за работой сотрудников предприятия. С помощью программных средств руководство компании может корректировать работу персонала. Несоблюдение рабочего распорядка влияет на скорость и качество обслуживания клиентов и исполнение техники безопасности. Для решения данной задачи нужно иметь доступ к необходимой информации, вне зависимости от времени суток, и возможность отслеживания рабочего времени сотрудников.
2. Ведение учета осуществленных работ и проданных товаров. Для учета работ и проданной продукции в программном обеспечении требуется возможность формирования отчетностей и аналитической информации для выявления слабых и сильных сторон компании, а также для оперативного принятия решения.
3. Формирование документов. Внедрение электронного документооборота ускоряет процесс оформления и формирования документации на предприятии.
4. Ведение базы клиентов. С помощью автоматизации сотрудник сможет оперативно найти клиента, что позволит спрогнозировать и предотвратить возможные риски, связанные с прошлым обращением клиента.
5. Введение бухгалтерского учета. Автоматизация введения бухгалтерского учета необходима для предотвращения неверного трактования

законов и налоговых нарушений. В результате не придется разбираться с административными штрафами и с исправлением последствий этих нарушений.

6. Управление взаимоотношениями с клиентами. Данная CRM-система предназначена для ведения стратегий взаимодействия с клиентами, оптимизации и обслуживания клиентов благодаря сохранению информации о клиентах и прежних взаимоотношений компании с ними. Введение систем управления взаимоотношения с клиентами позволяет работать с продажами, формировать персональные предложения для наиболее значимых клиентов и заниматься анализом результатов работы с клиентами [7].

Ниже представлен сравнительный анализ некоторых программных продуктов, наиболее популярных у сотрудников предприятий автосервиса г. Екатеринбурга.

“Альфа-Авто”. Это отраслевое решение от компании “1С-Рарус” на платформе “1С: Предприятие”, предназначенное для автоматизации работы небольших предприятий, основной сферой применения продуктов являются автосервисы, автосалоны, магазины и склады запчастей, комплексные автоцентры [3].

Данная программа реализуют модель замкнутого управленческого учета, с возможностью построения управленческого баланса в разрезе организаций. Поддерживается работа с широким спектром торгового оборудования и специализированные интерфейсы для работы с ним.

Недостатками являются:

1. Долгий процесс внедрения в компанию, поскольку сервис предназначен для введения внештатным сотрудником компании “1С-Рарус”.
2. Возможность настраивать программу самостоятельно сильно ограничена.
3. Оплата программы строится на почасовой оплате услуг компании, и имеется ограничение пользователей.

“1С: Предприятие 8. Автосервис”. Программа похожа на решение “Альфа-Авто”, поскольку работает на платформе “1С: Предприятие” и разработана на основе типовой конфигурации «Управление нашей фирмой», предназначена в том случае если у компании клиента есть штатные сотрудники способные адаптировать систему под запросы компании [4].

“АвтоДилер”. Программное обеспечение для автосервисов и магазинов запчастей. Предназначена для ведения учета предприятия по обслуживанию автомобиля. Имеется бесплатная техническая поддержка, и отсутствует ограничение на рабочие места, на которых будет использоваться данная система. Присутствует интеграция с 1С [5].

Существенный недостаток состоит в том, что данная программа не подходит для организации работы крупной компании и имеет только почасовую оплату сервиса.

“Control365”. Программное обеспечение для управления предприятием по оказанию малых услуг или автосервисом [6]. Недостатком является малая функциональность и невозможность совершить предварительную запись клиента.

При сравнении функциональности существующих на рынке программных продуктов, включающих в себя полноценную CRM-систему, можно сделать вывод, что на рынке можно выделить два направления в плане автоматизации отраслевого предприятия по обслуживанию автомобилей. Первое направление — это продукты “Альфа-Авто” и “1С: Предприятие 8. Автосервис”, созданные на базе платформы “1С: Предприятие”. Данные программы прекрасно справляются со своей задачей, работают, но имеют ряд ограничений. Вторая группа — программы “АвтоДилер”, “Control365” и огромное множество схожих продуктов, работающих на идентичной базе построения рабочего процесса и делопроизводства. Они требовательны к особенностям организации компаний.

По мнению автора статьи, все же лучшим решением для любой компании является создание собственной программы, поскольку только подобным образом можно создать адаптированную систему, которая не будет уступать по функциональности рассмотренным аналогам, иметь высокую производительность, удобный и лаконичный интерфейс и обладать простотой использования. Однако, наличие собственного программного обеспечения потребует сопровождения и развития, что влечет за собой найм новых сотрудников. Последнее обстоятельство, с одной стороны, влечет повышение расходов компании, что в сегодняшних непростых условиях развития уральского макрорегиона, не является желательным. С другой — создает новые рабочие места.

## Список литературы

1. Организации в Екатеринбурге [Электронный ресурс] — Режим доступа: URL: <https://2gis.ru/ekaterinburg/rubrics/subrubrics/110541?m=60.626911%2C56.81904%2F12.4> (14.10.2020).
2. Автоматизация автосервиса [Электронный ресурс] — Режим доступа: URL: <https://rarus.ru/1c-branches/avtomatizatsiya-avtosalonov-avtoservisov/article-avtomatizatsiya-avtoservisov-hitrosti-i-tonkosti/> (14.10.2020).
3. Альфа-Авто [Электронный ресурс] — Режим доступа: URL: <https://rarus.ru/1c-branches/avtomatizatsiya-avtosalonov-avtoservisov/#tab-faq> (14.10.2020).
4. 1С: Предприятие 8. Автосервис [Электронный ресурс] — Режим доступа: URL: <https://solutions.1c.ru/catalog/autoservice/buy> (10.10.2020).
5. АвтоДилер [Электронный ресурс] — Режим доступа: URL: <https://auto-dealer.ru/> (09.10.2020).
6. Control365 [Электронный ресурс] — Режим доступа: URL: <https://control365.ru/> (12.10.2020).
7. CRM-система [Электронный ресурс] — Режим доступа: URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Система\\_управления\\_взаимоотношениями\\_с\\_клиентами/](https://ru.wikipedia.org/wiki/Система_управления_взаимоотношениями_с_клиентами/) (12.10.2020).

УДК 004

## Механизм обработки потоковых данных

**Яблонский Дмитрий Анатольевич**

бакалавр Московского государственного технологического университета  
«СТАНКИН»

***Аннотация:** Статья посвящена описанию разработанного процесса, предназначенного для обработки потоковых структурированных или неструктурированных данных. Представлена схема сервиса и ее составляющие.*

***Abstract:** The article is devoted to the description of the developed process intended for processing streaming structured or unstructured data. The service scheme and its components are presented.*

*Ключевые слова:* брокер сообщений, продюсер, инстанс приложения.

*Keywords:* message broker, producer, application instance.

## Обработка данных от брокера сообщений

Брокер сообщений (Kafka, Rabbit, Nats и др.) часто служит центральным компонентом в общей архитектуре данных, в которую другие системы записывают данные. Но данные от брокера полезны только тогда, когда они используются другими приложениями или попадают в другие системы.

В данной статье представлено небольшое архитектурное решение, которое позволяет обрабатывать данные от брокера сообщений, с которыми необходимо работать в дальнейшем, без использования алгоритма LRU кэширования и базы данных.



Рисунок 1. Количество сообщений секунду

На графике выше показано количество сообщений, которое идет из топика кафки в секунду. Агрегация такого потока данных не требует особо большого количества ресурсов, но, когда дело доходит до их хранения, встает вопрос, как и для чего? В моем случае к сохранённым данным обращаются достаточно интенсивно, что очень сильно нагружает базу данных из-за блокирующих транзакций и делает сервис практически не

работоспособным без глубокой настройки хранилища и оптимизации чтения, записи.

До новой реализации приложение представляло такой механизм: сервис — XService в фоновом режиме прослушивал необходимую тему, собирал чанк равный 100 уникальных структур и записывал через транзакцию в базу данных postgres. Этот же сервис во время своей работы запрашивал периодически из базы всю информацию, которой располагает таблица по необходимому уникальному идентификатору. Проблема заключалась в том, что при таком потоке данных инициализировалось очень большое количество транзакций (групп последовательных операций). По этой причине память на сервере, где расположен XService, быстро заканчивалась, как видно на рисунке ниже. Проблема, упирающаяся в память решилась при помощи известного алгоритма LRU (Least Recently Used). Это алгоритм, при котором вытесняются значения, которые дольше всего не запрашивались. Но проблема осталась и XService до сих пор не может стабильно выполнять в срок заданную ему работу из-за блокировки записей в таблице.

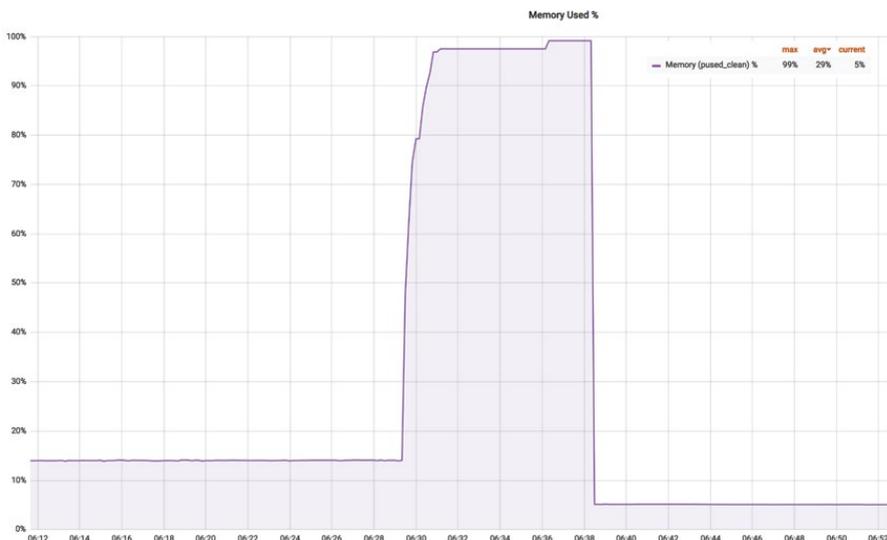


Рисунок 2. Память при использовании LRU кеширования

Когда объем данных от продюсера в единицу времени достаточно велик, с учётом того, что каждое сообщение должно быть агрегировано, отфильтровано и сохранено в каком-нибудь хранилище, можно использовать более простой и доступный механизм. Конфигурирование базы данных, к примеру PostgreSQL, может занять гораздо больше времени и иметь определенные проблемы, связанные с различными условиями ее использования. Поэтому можно рассмотреть использование «key-value» хранилищ и файлов формата csv.

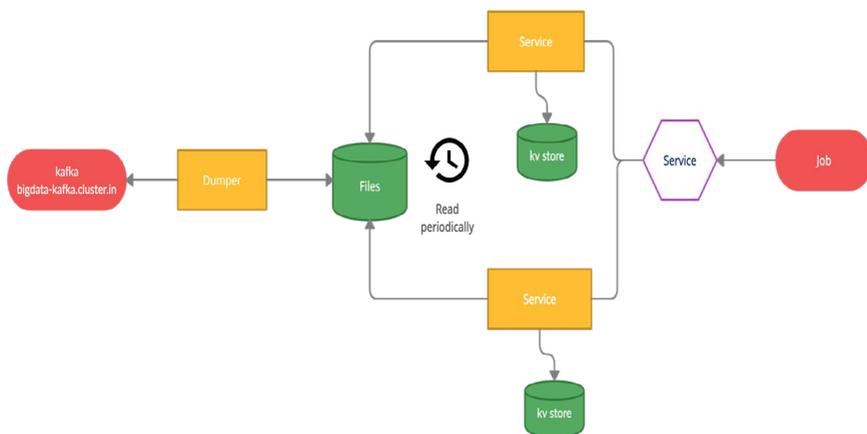


Рисунок 3. Схема сервиса для агрегации данных от брокера

На схеме выше представлена схема сервиса для агрегации данных от брокера (в данном случае kafka) и предоставления к ним доступа. Он разделен на две составляющие: Dumper и Service. Dumper (kafka consumer) — записывает собранные структурированные данные в gzip файлы (с ротацией). Service — периодически индексирует gzip файлы, созданные dumper, записывает в любое key-value хранилище и предоставляет к ним доступ по http протоколу. Также здесь легко распределяется нагрузка на сервис путем увеличения инстансов (в данной схеме их 2) и все необходимые данные будут сохранены и по необходимости предоставлены.

## Список литературы

1. Apache Kafka. Поточковая обработка и анализ данных Нархид Ния, Шапира Гвен | Нархид Ния, Шапира Гвен
2. Pattern: Microservice Architecture [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://microservices.io/patterns/microservices.html>.

УДК 004

## Оптимизация построения маршрута с помощью генетического алгоритма

Матвеева Анна Вячеславовна

студент Финансового университета при Правительстве Российской Федерации

*Аннотация:* В статье рассмотрено определение, перечислены основные отличия от традиционных алгоритмов и представлены основные шаги генетического алгоритма. Данные алгоритмы применяются для решения разных видов задач, в том числе и для решения задачи оптимизации построения маршрутов. Основная задача — определить самый длинный маршрут и минимизировать его, тогда в результате будет получено наилучшее решение. В статье описаны основные компоненты и шаги для решения задачи нахождения оптимального маршрута с помощью генетического алгоритма.

*Abstract:* The article discusses the definition of the genetic algorithm, lists the main differences from traditional algorithms, and presents its main steps. These algorithms are used to solve various types of problems, including the problem of optimizing the construction of routes. The main task is to determine the longest route and minimize it, with the result being the best solution. The article describes the main components and steps for solving the problem of finding the optimal route using a genetic algorithm.

*Ключевые слова:* генетический алгоритм, мутация, скрещивание.

*Keywords:* genetic algorithm, mutation, crossing.

---

Генетический алгоритм — один из видов алгоритмов, основанный на принципах эволюции в природе. Благодаря имитации процесса естественного отбора алгоритм способен решить задачи поиска, оптимизации и об-

учения. Генетические алгоритмы могут решать задачи со сложными математическими характеристиками и с большим числом параметров.

Генетические алгоритмы имеют ряд отличий от традиционных алгоритмов оптимизации и поиска решения задач:

- поддерживают популяции решений, т. е. генетический поиск ищет несколько решений, а не единственное. Алгоритм поиска сохраняет множество индивидуумов, которые входят в текущее поколение, а на каждой из последующих итераций формируется следующее поколение индивидуумов.
- используют генетические представления решений, т. е. работают с кодированными представлениями, так называемыми хромосомами. Хромосомы определяют такие операции как скрещивание и мутация.
- используют функции приспособленности, т. е. генетический алгоритм находит таких индивидуумов, у которых оценка вычисляемой функции максимальна. Основное отличие от традиционных алгоритмов заключается в том, что генетические алгоритмы анализируют только значение, возвращенное функцией, а не какую-либо другую информацию. Данная особенность позволяет генетическим алгоритмам работать с трудными функциями, которые сложно или невозможно продифференцировать.
- поддерживают вероятностное поведение, т. е. правила, применяемые в генетическом алгоритме от перехода поколения к поколению являются вероятностными.

Описание основных этапов при создании генетического алгоритма:

#### 1. Формирование начальной популяции.

Начальная популяция содержит сформированные случайным образом индивидуумы, т. е. случайно выбранные потенциальные решения. Т.к. в генетическом алгоритме индивидуумы состоят из набора хромосом, то начальная популяция и является набором этих хромосом.

#### 2. Вычисление функции приспособленности для каждого индивидуума.

Функция приспособленности вычисляется первый раз для начальной популяции, а далее для нового поколения после применения операторов отбора, мутации и скрещивания. С помощью генетического алгоритма в основном решаются задачи максимизации функции приспособленности.

сти, для решения задачи минимизации при вычислении приспособленности необходимо инвертировать найденное значение.

3. Работа с операторами отбора, скрещивания и мутации.

а. оператор отбора выбирает лучших индивидуумов из текущей популяции;

б. оператор скрещивания (рекомбинации) из выбранных индивидуумов создает потомка, чаще всего при помощи замены местами хромосом;

с. оператор мутации в созданном индивидууме заменяет случайным образом несколько генов хромосомы.

4. Прохождение условия остановки.

а. выполнено максимальное количество поколений, данное ограничение контролирует время выполнения работы и используемые ресурсы системы;

б. нет улучшений на протяжении нескольких поколений, производить сравнение с установленным порогом;

с. истекло установленное заранее время выполнения алгоритма;

д. превышение лимита затрат;

е. лучшее решение содержит часть популяции, больше определенного заранее порога.

5. Выбор индивидуума с максимальной приспособленностью.

Генетический алгоритм в основном используют для задач поиска наилучшего решения или для решения комбинаторной оптимизации, что подходит под решение задач логистики, а именно поиска оптимального маршрута.

Основная цель поисковой задачи в логистике — найти маршрут с минимальными затратами и с максимальным результатом. К затратам можно отнести такие показатели, как время доставки и расстояние между заказами, а к результату увеличение количества заказов в кузове транспортного средства и количества заявок в маршруте. Т.е. генетическому алгоритму необходимо найти оптимальное расположение заявок для заполнения маршрута с помощью комбинаторной оптимизации. Данная задача похожа на обобщенную задачу коммивояжера.

Основные компоненты для решения задачи нахождения оптимального маршрута:

- список адресов для доставки, полученный от клиента при оформлении доставки;
- количество транспортных средств от разных транспортных компаний;
- адрес магазина или склада, откуда начинается и заканчивается маршрут.

Цель задачи — создать оптимальные маршруты и минимизировать общую длину маршрута. Маршруты строятся для определенного магазина, поэтому начальной точкой для всех маршрутов является один и тот же магазин.

Для выполнения основной цели задачи необходимо решить подзадачу, которая заключается в сокращении длины всех маршрутов, т.е. алгоритм должен почти уравнивать вес каждого маршрута, должна сработать функция приспособленности.

Количество способов построения пути только для одного маршрута с  $n$  заявками (для каждой заявки свой адрес и метка на карте) равно:  $(n-1)!/2$ .

Хромосомой для генетического алгоритма будет являться список из последовательности заявок в маршруте.

Решение задачи будет представлено в виде списка с числами от 0 до  $(n-1) + (m-1)$ , где  $n$  — количество заявок, адресов, указанных в заявках, и  $m$  — количество свободных транспортных средств.

Первые  $n$  чисел (начиная с 0) являются индексами заявок, а последние  $m-1$  являются разделителями между сформированными маршрутами.

После разделения индексов на маршруты из списка необходимо убрать номер начальной точки, а именно магазина или склада, т. к. он не относится к маршруту. Однако при подсчете длины маршрута необходимо вновь подставить индекс магазина или склада в начало и конец маршрута, т. к. водители начинают и заканчивают погрузку в одном месте.

Таким образом, использование генетического алгоритма при построении маршрутов позволит повысить эффективность работы сотрудников, сократить время создания маршрутов, повысить количество заявок и ускорить процесс доставки.

### Список литературы

1. Eyal Wirsansky, Hands-On Genetic Algorithms with Python — Applying genetic algorithms to solve real-world deep learning and artificial intelligence problems.

2. Боронихина Е. А., Сибирякова В.А., Сравнение методов решения задачи коммивояжера — Информационные технологии и математическое моделирование И74.
3. Рутковская Д. Пилиньски М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы.

УДК 004

## Цифровая перепись населения

**Лазуков Михаил Романович**

студент магистратуры кафедры Статистики МИРЭА —  
Российского технологического университета

Научный руководитель **Бурцева Татьяна Александровна**

доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры Статистики МИРЭА —  
Российского технологического университета

***Аннотация:** В современном мире все больше стран переходят на цифровую перепись населения. В статье рассматриваются особенности метода, а так же анализ опыта в других странах.*

***Abstract:** More and more modern world countries are switching to a digital population census. The article discusses the features of the method, as well as provides the analysis of other countries' experiences.*

***Ключевые слова:** перепись населения, цифровая перепись, геоинформационные статистические базы данных, регистры.*

***Keywords:** population census, digital census, geoinformation statistical databases, registers.*

.....

В течение последних двух десятилетий многие страны перешли на использование данных из различных административных регистров, в основном из государственных источников, для получения полезной, в том числе демографической, статистики. Однако, по стандартам ООН главным источником информации о демографической ситуации в стране является перепись населения. Подготовка к проведению очередной переписи в России началась

в 2017 году с принятия распоряжения Правительства Российской Федерации «О проведении Всероссийской переписи населения 2020 года» [1]. По заявлению главы Росстата Павла Малкова, ориентировочная стоимость проведения переписи населения в 2020 году составляет около 33 миллиардов рублей. Девиз переписи — «Создаём будущее!». Основной этап проведения переписи населения планировалось провести с 1 по 31 октября 2020 года. При этом для отдалённых и труднодоступных территорий период проведения переписи был увеличен с 1 апреля по 20 декабря 2020 года, однако из-за пандемии коронавируса перепись была передвинута на апрель 2021 года. На рисунке 1 отражены современные технологии, которые применяют разные страны для проведения переписи населения, актуальные для переписи в России.



Рисунок 1. Технологии, применяемые в странах Европы.

В августе 2019 года в рамках подготовки к переписи населения 2020 года началась работа Росстата по актуализации адресного фонда — регистраторы в городах и сельских поселениях производят обход улиц и уточняют списки адресов. На основе работы регистраторов будет определено точное количество домов в каждом городе и их местоположение. Позже специалисты Росстата проведут районирование для формирования на карте России счётных и переписных участков [2]. В современном мире, безусловно, обя-

зательная процедура — использование различных существующих государственных регистров для проведения переписи. Это широко практикуется в разных странах мира. Перепись 2011 г. в Австрии, Перепись 2011 г. в Германии, Перепись 2010 г. в Швейцарии, Перепись 2000 и 2010 гг. В Сингапуре — все проводилось на основе регистров. Нидерланды внедрили виртуальные переписи с 1981 года с использованием Регистра населения и обследований. Переписи на основе регистров также проводятся в странах Северной Европы, таких как Норвегия, Финляндия, Швеция и Дания. Гренландия и Бахрейн тоже проводят переписи на основе регистров. Эстония, возможно, самая развитая в цифровом отношении страна в мире, в 2011 году использовала комбинированную методологию переписи с использованием нескольких регистров и электронную перепись, а в 2021 году у них будет полностью основанная на регистрах перепись. На веб-сайте Бюро переписи США говорится «Разумное использование административных данных — лишь одно из многообещающих нововведений, запланированных на перепись 2020 года. Повторно используя информацию, которую уже предоставили люди, мы можем повысить точность и уменьшить необходимость для счетчиков стучать в двери, экономя время и деньги ». Такая перепись имеет несколько преимуществ. Во-первых, это намного дешевле реализовать. Австрийская перепись 2001 года обошлась в 72 миллиона евро, тогда как стоимость переписи на основе регистров упала до 10 миллионов евро. Кроме того, это снижает высокую нагрузку на респондентов.

Основанные на системе, инфраструктуре и доступности в разных странах, регистры, такие как интегрированные базы данных для лиц, семей, домашних хозяйств, зданий и жилых домов, местоположения работы, данные из муниципалитетов, геоинформационные статистические базы данных и интерактивные карты, регистры рабочих мест досье, досье по занятости, налоговое администрирование, администрация социального обеспечения, пенсии и пособия по страхованию жизни, статистика приема в школу, различные типы налоговых отчетов, данные о состоянии здоровья и больницах и т. д. используются для получения данных переписи. Кроме того, они могут быть дополнены некоторыми правильно разработанными мелкомасштабными выборочными обследованиями. Например, в Швейцарии выборочные обследования около 5% населения проводятся

для получения данных переписи в дополнение к использованию нескольких регистров. Следующая перепись в Великобритании также должна состояться в 2021 году, и, кстати, это будет последняя перепись в этой стране. В 2014 году правительство Великобритании объявило, что десятилетняя перепись населения после 2021 года будет заменена статистикой, производимой более регулярными и своевременными административными данными, такими как налоговые отчеты муниципальных образований, статистика приема в школы, налоговые отчеты или данные Национальной службы здравоохранения — при меньших затратах и на более длительной основе. Таким образом, после 2021 года Великобритания будет собирать данные, которые люди оставляют в своей повседневной жизни. Это будет называться «динамической переписью», которая обеспечит постоянное обновление базы данных переписи в любой момент — с учетом каждой социальной, экономической и демографической деятельности и событий в жизни и образе жизни каждого человека. Такая база данных «динамической переписи» полезна для предоставления самой последней необходимой информации о любом параметре в любой момент времени и будет чрезвычайно полезна при национальном планировании и деятельности. Конечно, объединить данные всех больших регистров — непростая задача, учитывая возможность неточностей и несовпадений в записях. Возможны ошибки при проведении переписей на основе регистров при объединении нескольких регистров [3]. Эксперты предупреждают: регистры могут давать сбой, да и обработка персональных данных потребует особого согласия граждан. Следует отметить, что в данных, основанных на полной переписи, в большинстве мест по всему миру тоже есть значительные ошибки, — и это приемлемо, если она не превышает 2-процентной ошибки [4].

Таким образом, Росстат внедряет передовые технологии для проведения переписи населения, которые будут применяться уже в 2021 г.

### **Список литературы**

1. Всероссийская перепись населения (2020) / Википедия — свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. — URL: <https://ru.wikipedia>.

- org/wiki/Всероссийская\_перепись\_населения\_(2020) (дата обращения 28.11.2020).
2. Всероссийская перепись населения 2020 / Росстат, Федеральная служба статистики [Электронный ресурс]. — URL: [https://rosstat.gov.ru/vpn\\_porul](https://rosstat.gov.ru/vpn_porul) (дата обращения 28.11.2020).
  3. Башкатова А. Через 10 лет граждан посчитают по-новому / Независимая газета [Электронный ресурс]. — URL: [https://www.ng.ru/economics/2020-02-20/4\\_7800\\_statistics.html](https://www.ng.ru/economics/2020-02-20/4_7800_statistics.html) (дата обращения 28.11.2020).
  4. Atanu Biswas Upgrading to a digital census makes sense / The Tribune India [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.tribuneindia.com/news/archive/comment/upgrading-to-a-digital-census-makes-sense-850020> (дата обращения 27.11.2020).

УДК 004

## **Применение информационных технологий при проведении финансово-экономического анализа**

**Безкровная Галина Дмитриевна**

*кандидат экономических наук, доцент Филиала Керченского государственного  
морского технологического университета в г. Феодосия*

***Аннотация:** В данной статье рассмотрены особенности применения современных компьютерных технологий, их использование при проведении анализа финансово-экономического состояния фирмы.*

*Отмечена роль информационных технологий для сбора и обработки информации по формированию результата работы фирм.*

***Abstract:** This article discusses the features of utilizing modern computer technologies, their implementation in the analysis of the financial and economic condition of the company.*

*The role of information technologies for collecting and processing information on the formation of operating results of an enterprise is noted.*

***Ключевые слова:** Анализ, методы анализа, компьютерные технологии, инструменты анализа, оценки.*

*Keywords: Analysis, methods of analysis, computer technology, analysis tools, assessments.*

---

На современном этапе развития экономики новые информационные системы позволяют в свою очередь сэкономить временной промежуток по формированию и передаче информации между участниками экономической системы в целом. Новые технологии с одной стороны формируют инструменты безопасности формирования и передачи информации, с другой стороны обеспечивают более быстрый доступ к ней участников информационно-экономического пространства. Информация в экономике является основой для формирования и принятия управленческого решения на современном этапе хозяйствования.

Очень высока на сегодняшний момент роль применения информационных технологий (ИТ, IT, Ай-Ти) в развитии экономических процессов. IT — это сокращенное название от английского словосочетания Information Technology. Информационные технологии — это все, что связано с процессом обработки, хранения, передачи информации.

Информационные технологии активно применяются при проведении анализа финансово-хозяйственной деятельности, методики анализа финансово-хозяйственной деятельности, проведения факторного анализа финансово-хозяйственной деятельности.

Финансово-экономическая деятельность предприятия (фирмы) будет отображать процесс формирования денежных, финансовых, экономических отношений, связанных с формированием, распределением и управлением денежными фондами компании, управлением этими денежными фондами, реализации этих денежных фондов.

Финансово-экономический анализ может, проводится с учетом разных целей, одна из целей финансово-экономического анализа обеспечение экономической стабильности финансово-хозяйственных единиц, повышение социально-экономических показателей финансово-хозяйственной деятельности предприятия. Одной из ролей финансово-экономического анализа является оценивание финансово-экономического состояния предприятия, оценивание влияния внешней и внутренней среды на состояние и динамику финансовых показателей, в результате анализа выяв-

ление результатов финансового состояния и факторов, влияющих на финансовое состояние объекта исследования.

Финансово-экономический анализ производится с учетом следующих методов, таких как: горизонтальный финансовый анализ, вертикальный финансовый анализ, трендовый экономический анализ, сравнительный экономический анализ, проведение факторного анализа, применение метода и показателей коэффициентов, оценка финансовой отчетности компании.

При применении методов финансово-экономического анализа могут использоваться следующие компьютерные продукты, которые обеспечивают возможность проведения финансово-экономического анализа, такие как ПФО 2002, Audit Expert, Пакет программ «Экономический анализ», Финансовый анализ, «Мастер Финансов», «Альт-Финансы».

Эти программные продукты позволяют в свою очередь упростить процедуру проведения финансово-экономического анализа, участвовать в графическом построении экономически-математических моделей, подводить итоги сравнительного анализа, проводить расчет определенных показателей.

Помимо сбора, сортировки, обработки управления информацией новые компьютерные технологии обеспечивают организацию и осуществления потока информации, например ее передачу от продавца активов к покупателю активов, технологии позволяют упростить путь доставки информации, сформировать финансовую информационную базу, использовать данные этой базы для расчета финансово-экономических показателей для расчета коэффициентов, оценивающих состояние и изменение финансового уровня работы компании.

Новые компьютерные технологии позволяют организовывать не только доставку информации от одного участника экономической системы к другому участнику, а так же обеспечивать безопасность, сохранность данного вида информации, организовывать неразглашения данной информации. Система безопасности финансовых организаций в одной из своих основ содержит сохранность информационного потока, его неразглашение. Таким образом, информационные технологии в финансовых операциях не только обеспечивают операции по движению средств, но

так, же организуют процесс сохранения информационной базы, от посягательств мошенников.

На применение развития информационных технологий и перспектив их влияния на финансово-хозяйственную деятельность, учитывая реалии и перспективы развития, такие как:

В конце ноября 2019 года международная исследовательская и консалтинговая компания IDC представила 10 прогнозов развития ИТ-индустрии в 2020 году.

К 2023 году более 50% всех расходов на ИКТ пойдет на цифровую трансформацию и инновации (для сравнения, в 2018 году эта доля составила 27%). Компании должны разработать многолетний план цифровых преобразований и выявить критические факторы успеха, чтобы не отстать от остального мира.

Для сохранения конкурентоспособности современные службы должны работать в любом месте и в любое время. К 2022 году 70% предприятий будут внедрять унифицированные технологии, инструменты и процессы гибридного / многоуровневого управления. Организации должны подготовиться, найти приоритетные предложения на основе SaaS, определить соответствующие ключевые бизнес-показатели и реинтегрировать всю ИТ-инфраструктуру. К 2023 году более 50% корпоративной инфраструктуры будет развернуто на периферических устройствах, а не в центрах обработки данных (в 2019 году это показатель составляет менее 10%). Предполагается, что к 2024 году количество приложений с периферийными вычислениями вырастет на 800%. Компаниям придется модернизировать свою ИТ-инфраструктуру, чтобы шагать в ногу со временем, а также подыскать новых партнеров. К 2025 году почти две трети предприятий станут производителями программного обеспечения. Более 90% приложений станут облачными, 80% кода будут поступать из внешних источников, а разработчиков будет в 1,6 раза больше, чем сегодня. Лидерам бизнеса рекомендуется вложить средства в системы автоматизации и начать взаимодействовать с сообществами программного обеспечения с открытым исходным кодом [3].

Таким образом, при проведении финансово-экономического анализа, новые компьютерные технологии не только обеспечивают новую каче-

ственную систему оценивания финансово-хозяйственной деятельности, а так же обеспечивают систему сохранности информации, ее передачи и рационального применения. Суть взаимодействия проведения финансово-экономического анализа с методами развития новых информационных технологий, это возможность переведения методов анализа в программные продукты, которые позволяют систематизировать работу экономиста, финансиста, аналитика, проведение получения расчетных результатов, оценивания их диагностики изменения (динамики), оценивания факторов влияния на изменения показателей, выявления факторов изменения показателей, выявление факторов влияния и на получение финансового результата компании. Информационные технологии позволяют систематизировать процесс информационного сбора информации, ее обработки, распределение направлений движения, формирование базы данных на основе полученных финансово-экономических показателей, формирование представление про финансово-экономический уровень существования и работы предприятия и внесения предложений по стабилизации его деятельности.

### **Список литературы**

1. Абрютина, А. М. Экономический анализ товарного рынка и финансово-хозяйственной деятельности. — М.: Дело и Сервис, 2018.— 464с.
2. Базикова, В. А. Экономическая теория в микро-, макро- и мировой экономике: Учебно-методические разработки. — М.: Финансы и статистика, 2019.— 416с.
3. Тенденции мирового ИТ-рынка [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья: Тенденции\\_мирового\\_ИТ-рынка](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья: Тенденции_мирового_ИТ-рынка).

УДК 004

## Совершенствование системы менеджмента в условиях чрезвычайных ситуаций путем развития цифровизации в здравоохранении

Сансызбаев Данияз Берикович

магистрант по специальности «Менеджмент в здравоохранении»  
Медицинского университета Астаны

Научный руководитель **Кисикова Сауле Дюсебековна**

доктор медицинских наук, руководитель Медицинского центра  
Управления делами Президента Республики Казахстан

***Аннотация:** Вспышка COVID-19, объявленная Всемирной организацией здравоохранения 12 марта 2020 года как пандемия, потребовала значительных изменений в оказании медицинской помощи. Пандемия COVID-19, как и все глобальные кризисы в истории человечества, вызывает беспрецедентные проблемы в области здравоохранения и экономики во многих странах. Однако в то же время эта новая ситуация способствует переходу к цифровым решениям во многих отраслях и в обществе в целом.*

***Abstract:** The COVID-19 outbreak declared by the World Health Organization as a pandemic on March 12, 2020, has required significant changes in healthcare delivery. The COVID-19 pandemic, like all global crises in human history, is causing unprecedented health and economic challenges in many countries. However, at the same time, this new situation is contributing to the transition to digital solutions in many industries and society at large.*

***Ключевые слова:** здравоохранение, COVID-19, цифровизация, экономика.*

***Keywords:** healthcare, COVID-19, digitalization, economy.*

В настоящее время цифровизация в здравоохранении Казахстана является одной из важнейших задач. Актуальность проблем цифровизации продиктована растущим запросом граждан на качественную медицинскую помощь и обслуживание. Повышение качества медицинских услуг требует приоритетного развития сферы электронного здравоохранения и улучшения системы управления. Прогресс в цифровом здравоохранении позволит поменять традиционные подходы в оказании медицинской помощи,

приближая здравоохранение к нуждам и потребностям населения, а также повышая качество медицинских услуг за счет цифровизации клинических процессов и внедрения искусственного интеллекта в процесс принятия решений.

Многие решения, разработанные и реализованные во время чрезвычайной ситуации, могут быть объединены и способствовать внедрению новых цифровых моделей оказания помощи. Во-первых, во всем мире было введено социальное дистанцирование, чтобы снизить темпы роста COVID-19. В результате во многих странах значительно расширилась телемедицина. Во-вторых, для борьбы с пандемией COVID-19 использовались цифровые технологии: мобильные приложения, big data и искусственный интеллект (ИИ) для отслеживания, диагностики и лечения инфекций COVID-19. В-третьих, предписания были применены, либо временно приостановлены, чтобы облегчить продвижение этих цифровых технологий. Таким образом, были созданы нормативные «песочницы» для внедрения цифровых технологий

**Цель исследования:**

Разработать модель платформы цифрового здравоохранения для улучшения взаимодействия государственных органов и общества при пандемии COVID-19 и иных чрезвычайных ситуаций в Республике Казахстан.

**Задачи исследования:**

1. Провести сравнительный анализ эффективности и безопасности между цифровыми платформами других стран.
2. Разработать модель единой платформы цифрового здравоохранения для улучшения качества медицинских услуг, для взаимодействия государственных органов и общества при пандемии COVID-19 и иных чрезвычайных ситуаций в Республике Казахстан.

**Объект и предмет:**

- Аналогичные цифровые платформы

**Методы исследования:**

- Качественный;
- Сравнительный анализ;
- Информационно-аналитический метод;
- Интервьюирование IT-специалистов.

**Научная новизна исследования:**

Учитывая отсутствие единой платформы здравоохранения в Республике Казахстан, данная научная статья представляет собой актуальность темы на сегодняшний день. В связи с этим будет проведен сравнительный анализ между аналогичными платформами и дана качественная оценка проведенному исследованию.

**Практическая значимость:**

Изученные цифровые платформы позволят создать единую модель платформы здравоохранения Республики Казахстан, с помощью которой улучшится качество медицинских услуг и взаимодействие государственных органов и общества при чрезвычайных ситуациях.

**База проведения исследования:**

Использование открытых источников через исследование информационных систем государственных органов.

Исследование аналогичных систем на международном рынке.

**Вывод:**

Укрепление информационных систем здравоохранения имеет решающее значение для создания более устойчивой системы здравоохранения. Своевременное наличие качественных данных необходимо странам для быстрого реагирования на потребности, особенно во время кризисов в области общественного здравоохранения. В связи с этим, будет разработана единая информационная система здравоохранения.

**Список литературы**

1. Давидович Е. И., Кугач В. В. Информатизация медицины и фармации в Азиатском и Австралийском регионах / Е. И. Давидович, В. В. Кугач // Вестник фармации, 2018. № 1 (79). С. 77–87.

УДК 004

## **Проведение экспериментов по совместной регистрации зрительных вызванных потенциалов P300 и айтрекера**

**Богачев Денис Сергеевич**

студент кафедры Медико-технических информационных технологий Московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана

***Аннотация:** В рамках исследования по разработке ассистивной технологии для пациентов с двигательными нарушениями на основе ЭЭГ необходимо провести эксперимент по совместной регистрации зрительных вызванных потенциалов P300 и айтрекера.*

*В данном исследовании была разработана программа для регистрации координат взгляда испытуемого на мониторе с помощью айтрекера. Была произведена оценка пространственной точности айтрекера, разработана методика синхронизации айтрекера и электроэнцефалографа, разработано два варианта платы фотостимуляции для проведения экспериментов. Проведены эксперименты, оценивающие возможность использования айтрекера в качестве дополнительного источника информации в ассистивной системе.*

***Abstract:** As part of a study to develop an assistive technology for patients with movement disorders based on EEG, it is necessary to experiment on the joint registration of P300 visual evoked potentials and the eye tracker.*

*In this study, a program was developed for registering the coordinates of a subject's gaze on a monitor using an eye tracker. The spatial accuracy of the eye tracker was assessed, a method for synchronizing the eye tracker and the electroencephalograph was developed, and two versions of the photo stimulation board were developed for conducting experiments. Experiments have been carried out to evaluate the possibility of using an eye tracker as an additional source of information in an assistive system.*

***Ключевые слова:** ЗВП, P300, ИМК, тетраплегия, ассистивная технология, айтрекер.*

***Keywords:** visual potentials, P300, BCI, assistive technology, eyetracker.*

---

### **Введение**

Из общего количества травм позвоночника в мире более 15000 приходится на травмы, которые приводят к повреждению шейного отдела

спинного мозга [2]. Обычно лечение и реабилитационные мероприятия не дают результатов, изменяющих двигательные возможности пациента [3], поэтому у многих пациентов на всю жизнь нарушается двигательная активность всех конечностей и речевой аппарат. Также большая доля полностью обездвиженных пациентов приходится на пациентов с синдромом запятого человека (СЗЧ) (более 30 тыс. человек во всем Мире) [4]. СЗЧ — неврологическое расстройство, которое характеризуется полным отсутствием адекватной реакции человека на любые внешние стимулы [4,5]. Также к больным с серьезными двигательными нарушениями относят пациентов с тяжелыми стадиями ДЦП (более 100 тыс. человек в России) и болезни Паркинсона (более 45 тыс. человек в России) [6].

Обездвиженным пациентам необходим постоянный уход и контроль родственников, такие пациенты не способны пользоваться персональным компьютером, мобильными устройствами и совершать простые действия для связи с внешним миром.

Целью данной работы является проведение экспериментов по совместной регистрации зрительных вызванных потенциалов Р300 и айтрекера для разработки ассистирующей системы для пациентов с двигательными нарушениями на основе ЭЭГ.

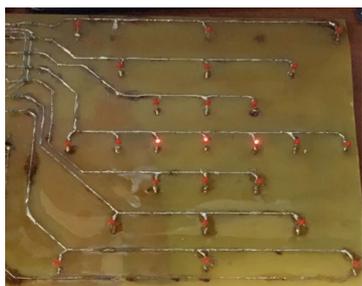
## **Разрабатываемая система**

Разрабатываемая система представляет собой интерфейс «мозг-компьютер» на основе Р300 совместно с айтрекером. На рисунке 1 представлена схема разрабатываемой БТС. В разрабатываемом ИМК используется электроэнцефалограф с 21 каналом для регистрации сигнала, частотой дискретизации сигнала 1000 Гц. Айтрекер выступает в качестве дополнительного источника информации, частота дискретизации сигнала айтрекера — 90 Гц, длина волны ИК-излучателей — 850 нм. Расстояние от пользователя до монитора 60–80 см, интерфейс взаимодействия система с компьютером — USB. В качестве стимуляции может использоваться матрица символов на мониторе или матрица светодиодов.



## Разработка платы фотостимуляции

Для проведения исследований по регистрации зрительных вызванных потенциалов необходима плата фотостимуляции, в рамках работы было разработано несколько вариантов платы. Первая плата изготавливалась методом ЛУТ (рисунок 2 а). Для уменьшения количества управляющих выходов были использованы сдвиговые регистры, в качестве стимулов используются светодиоды. Из-за особенностей конструкции и технологии производства плата получилась ненадежной, небольшое механическое воздействие приводило к нарушению функционирования платы. Второй вариант платы был реализован на основе светодиодной матрицы 16x16 на основе микросхем WS2812B(рисунок 2 б). Для данной светодиодной матрицы была разработана пластиковая рамка для лучшей концентрации световых стимулов.



(а)



(б)

Рисунок 2. Платы фотостимуляции

На рамку светодиодной матрицы накладывается изображение таблицы символов, пример работы матрицы изображен на рисунке 3.

## Программа для регистрации координат взгляда испытуемого с помощью айтрекера

Для использования айтрекера в системе необходимо разработать программу для регистрации координат взгляда испытуемого. В исследовании используется айтрекер Tobii eye tracker 4С[1]. Производитель предоставляет

A	B	C	D
E	F	G	H
I	J	K	L
M	N	O	P

Рисунок 3. Результат работы матрицы фотостимуляции

подробную документацию по использованию SDK библиотек для разработчиков [1]. Было принято решение использовать библиотеку для приложений на языке C++.

Была разработана консольная программа, позволяющая регистрировать координаты взгляда пользователя и записывать данные в файловую систему. На рисунке 4 представлен результат работы тестового исследования. Испытуемый перемещал взгляд в следующей последовательности: из левого нижнего угла монитора в правый нижний, далее в верхний правый угол, далее в верхний левый угол и в центр.

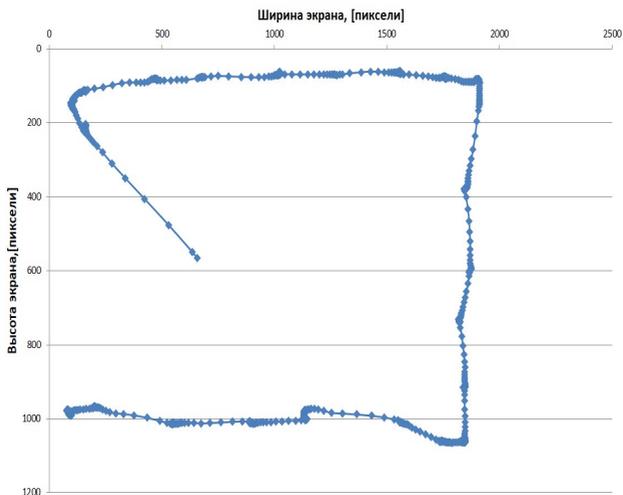


Рисунок 4. Результат тестового эксперимента

## Оценка пространственной точности айтрекера

Производитель айтрекера не предоставил информации о пространственной точности данного устройства. Для использования прибора в исследовании необходимо провести проверку точности. Для эксперимента по оценке точности айтрекера было разработано изображение матрицы размером 5x3 точек размером 2x2 пикселя (рисунок 5). Испытуемый задерживал взгляд на каждой точке матрицы в течение 10 секунд, айтрекер регистрировал координаты взгляда испытуемого. Зная реальные координаты точки матрицы, можно оценить отклонение данных, предоставляемых айтрекером.

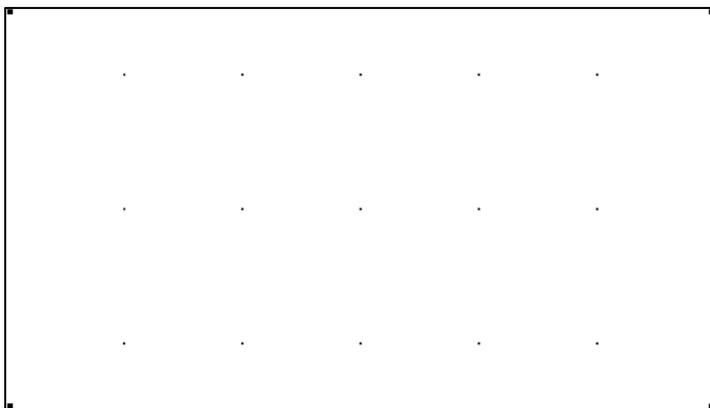


Рисунок 5. Матрица для проведения экспериментов по оценке точности айтрекера

На рисунке бпредставлено расположение точек взгляда испытуемого при проведении эксперимента. На рисунке 7 изображены области отклонения координаты каждой точки по оси x, на рисунке 8 изображены области отклонения координаты каждой точки по оси y. Область отклонения рассчитывалась как медиана отклонения координаты каждой точки.

Нельзя выделить наиболее подходящую область монитора для расположения матрицы фотостимуляции, так как в каждом эксперименте наименьшие значения отклонения имеют разные области монитора. В результате эксперимента можно сделать вывод, что данный айтрекер подходит

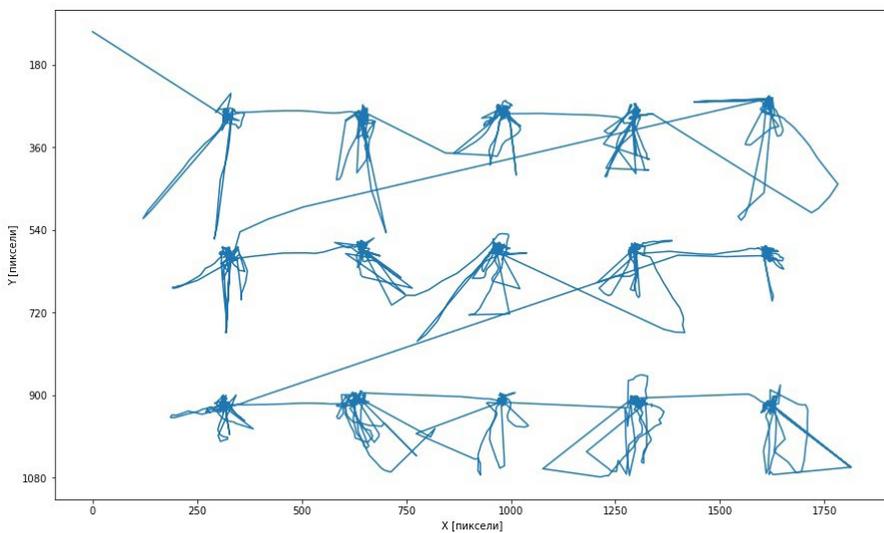


Рисунок 6. Координаты взгляда испытуемого во время эксперимента по оценке точности

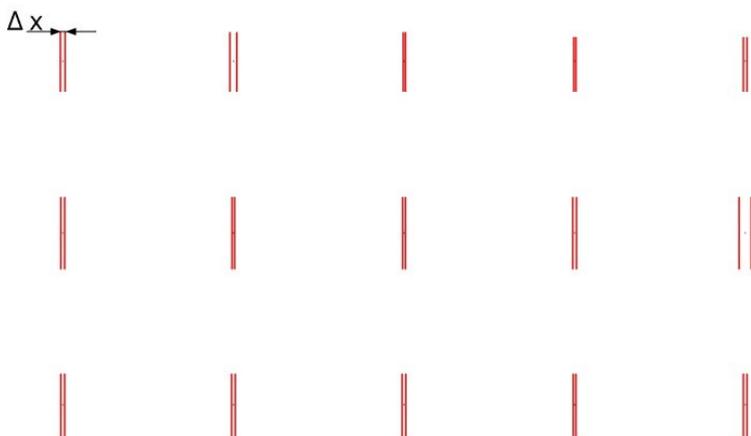


Рисунок 7. Области отклонения координаты каждой точки по оси x

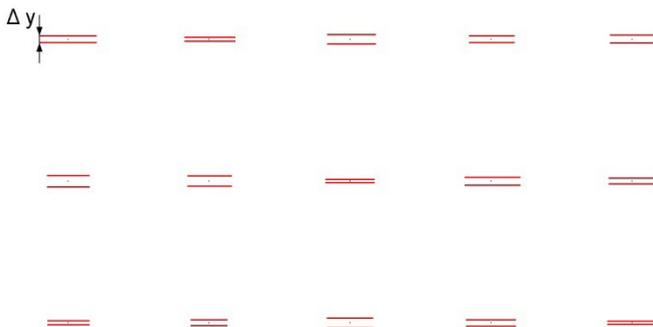


Рисунок 8. Области отклонения координаты каждой точки по оси y

под задачи проведения экспериментов по совместной регистрации ЭЭГ и взора испытуемого, так как значения отклонения айтрекера меньше размера используемых стимулов матрицы, которая размещается на мониторе.

### **Синхронизация айтрекера и электроэнцефалографа**

Для синхронизации работы айтрекера и электроэнцефалографа были выбраны два подхода. Первый заключается в синхронизации по времени. ПО Электроэнцефалографа предоставляет информацию о точном времени начала исследования, ПО айтрекера так же записывает точное время регистрации каждой координаты. Зная время начала каждого исследования, можно легко синхронизировать работу систем, но ПО каждого устройства может предоставлять неточную информацию, что критично для данного исследования. Поэтому в данном исследовании используется дополнительный метод синхронизации. Испытуемый в начале и в конце эксперимента несколько раз переводит взгляд вертикально вверх за пределы наблюдаемой области. Данное действие легко обнаружить на сигнале айтрекера и ЭЭГ-сигнале.

На рисунке 9 представлена зависимость координаты у от времени. На рисунке видны 3 скачка уменьшения координаты, эти скачки и есть перевод взгляда с целью синхронизации. Похожие скачки можно увидеть на сигнале ЭЭГ. На рисунке 10 представлен сигнал отведения F3. Момент возникновения скачков совпадает с точностью до миллисекунд.

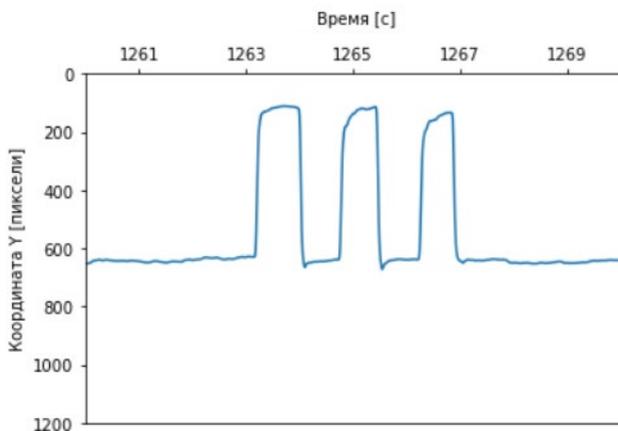


Рисунок 9. Координата у взгляда испытуемого в зависимости от времени

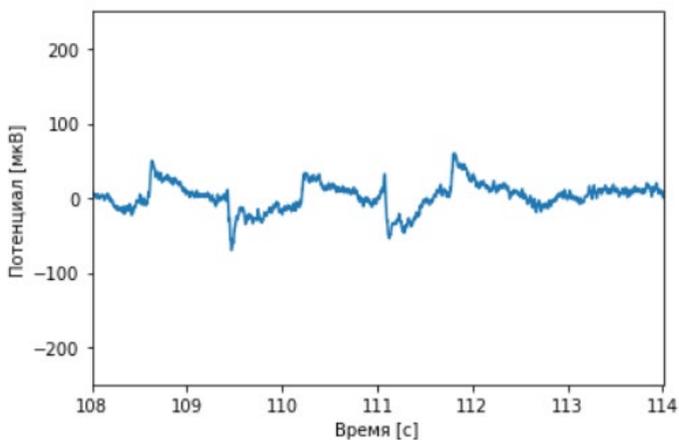


Рисунок 10. ЭЭГ сигнал испытуемого, отведение F3.

## Проведение эксперимента

На данный момент был проведен один эксперимент с использованием матрицы фотостимуляции на мониторе, так как не удалось найти подходящий метод размещения светодиодной матрицы. На рисунке 11 изображена схема эксперимента. Испытуемый располагался перед ноутбуком, матрица стимуляции изображена на мониторе ноутбука, айтрекер и электроэнцефалограф подключены к ноутбуку.

Синхронизация матрицы с электроэнцефалографом проводилась с помощью видеочамеры телефона с показателем частоты видеозаписи 240 Гц и частоты обновления экрана — 60 Гц. Видеочамера регистрировала мигание специального светодиода, подключенного к электроэнцефалографу и мигание каждой ячейки матрицы. Второй монитор использовался для того, чтобы не отвлекать испытуемого от исследования.

Синхронизация электроэнцефалографа с айтрекером осуществлялась с помощью сопоставления точного времени начала работы систем. Дополнительным методом синхронизации являлся взгляд испытуемого «вверх-вниз». Во время эксперимента испытуемый подсчитывал мигание одного из символов матрицы, данные регистрировались айтрекером и электроэнцефалографом.

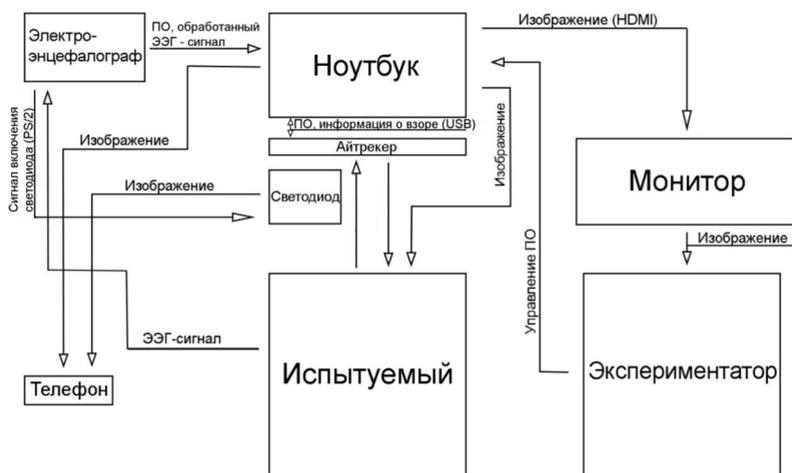


Рисунок 11. Схема эксперимента

## Заключение

В рамках данной работы была разработана программа айтрекера для регистрации координат взгляда испытуемого. Проведена оценка пространственной точности айтрекера Tobii 4С. Полученные данные подтверждают возможность использования данного айтрекера в разрабатываемой системе. Разработана методика синхронизации работы айтрекера и электроэнцефалографа с помощью синхронизационного движения взгляда испытуемого «вверх-вниз». Разработано несколько вариантов платы фотостимуляции для регистрации зрительных вызванных потенциалов P300. Была разработана и отлажена экспериментальная установка для совместной регистрации вызванных потенциалов P300 и айтрекера. Проведено тестовое экспериментальное исследование.

## Список литературы

1. Официальный сайт компании Tobii [Электронный ресурс]: <https://developer.tobii.com> (дата обращения: 20.06.2020).
2. Adams J.P., Timothy J., McKinlay J. (2010) Cervical Spine Injuries. In: Adams J., Bell D., McKinlay J. (eds) Neurocritical Care. Competency-Based Critical Care. Springer, London.
3. Heinen F., Desloovere K., Schroeder A.S., Berweck S., Borggraefe I., van Campenhout A., Andersen G.L., Aydin R., Becher J.G., Bernert G. et al. The updated European Consensus 2009 on the use of Botulinum toxin for children with cerebral palsy. Eur J Paediatr Neurol. 2010; 14: 45–66.
4. Laureys S., Pellas F., The locked-in syndrome: what is it like to be conscious but paralyzed and voiceless?. Prog Brain Res. 2005; 150: 495–511.
5. Lesenfants D., Habbal D. Toward an Attention-Based Diagnostic Tool for Patients With Locked-in Syndrome. Clin EEG Neurosci. 2018; 49: 122–135.
6. Schneider RB, Iourinets J, Richard IH. Parkinson's disease psychosis: presentation, diagnosis and management. Neurodegener Dis Manag. 2017 Dec;7(6):365–376.

УДК 004

## Метод изоляции конфиденциальных данных от дисковых I/O-операций

Теремов Иван Алексеевич

студент Института информационных технологий МИРЭА —  
Российского технологического университета

Научный руководитель Паршин Игорь Олегович

кандидат технических наук, доцент Института информационных технологий  
МИРЭА — Российского технологического университета

***Аннотация:** Работа посвящена методу изоляции конфиденциальных данных при файловом шифровании диска в Linux-системах. В работе описаны предпосылки к использованию ФС в ОЗУ при применении шифрования хранимых файлов. Проведен анализ существующих реализаций ФС в ОЗУ, описана логика предлагаемого метода, а также примерная последовательность операций для реализации метода в прикладном программном продукте.*

***Abstract:** The work is devoted to the method of confidential data isolation during file disk encryption in Linux systems. The paper describes the prerequisites for the use of FS in RAM when using encryption of stored files. The analysis of existing implementations of FS in RAM is carried out, the logic of the proposed method, as well as an approximate sequence of operations for the implementation of the method in an applied software product, are described.*

***Ключевые слова:** конфиденциальность, защита данных, шифрование, Linux.*

***Keywords:** confidentiality, data protection, encryption, ramfs, Linux.*

---

### Введение

В настоящий момент криптостойкость современных шифров не подвергается сомнению и является более чем достаточной для защиты конфиденциальных данных от внешних угроз при грамотном решении проблемы распределения ключей, т.к. вычислительных мощностей современной техники не достаточно для подбора ключей шифрования. Как правило, в компьютерных системах данные защищаются как при передаче, так и при хранении.

При написании программы не составляет сложности реализовать процесс шифрования и дешифрования данных с дискового устройства при

наличии библиотек шифрования. Тем не менее, для взаимодействия со сложными форматами файлов обычно также применяются соответствующие библиотеки, которые в большинстве своем берут операции чтения-записи на себя, что требует поддержание файлов с открытыми данными.

Предложенный в работе метод позволяет решить данную проблему, снизив риски утечки открытых данных, и предоставить пользователю-программисту удобный инструмент защищенных временных файлов.

### **Файловая система в ОЗУ**

Очевидным и простейшим решением поставленной во введении задачи является использование временных файлов. Ввиду того, что современные вычислительные системы (ЦОДы) могут быть развернуты децентрализованно, либо иметь удаленные дисковые массивы (т.н. дисковые фабрики) — записываемые на диск в таких системах данные могут быть прочитаны посторонним лицом или программой [7]. В данном случае использование привилегий в файловой системе также не осмысленно, т.к. доступ к данным в такой ситуации происходит на уровне ниже уровня ФС.

В основе данного метода лежит возможность создания временной файловой системы в оперативной памяти машины под управлением ОС семейства Linux, и последующее сохранение открытых данных в данной ФС. В общем случае, получить доступ к содержимому ОЗУ на физическом уровне или преодолев механизмы контроля доступа в ОС — сложнейшая задача, которую невозможно решить без прямого доступа к физическим частям системы или достаточного уровня привилегий у пользователя ОС. Таким образом, файлы с открытыми данными изолируются от операций с физическими дисками, предоставляя программисту возможность использовать файлы как обычные временные файлы на диске.

В таблице 1 представлен перечень существующих реализаций размещения файловой системы в оперативной памяти [5].

Из сравнения видно, что tmpfs является одним из самых совершенных и современных решением. Важно отметить, что tmpfs активно использует swar для сброса редко используемых данных из ОЗУ в ПЗУ с целью оптимизации, что лишает смысла использовать данное решение в контексте

Таблица 1. Сравнение реализаций ФС в ОЗУ

	ramdisk	ramfs	tmpfs
Ограничение размера создаваемой ФС	+	–	+
Изменение размера ФС	+/-	+	++
Использование swap	–	–	+
Очистка неиспользуемой памяти	–	+	+

рассматриваемого метода изоляции. Таким образом, оптимальным решением является ramfs, который размещается только в ОЗУ, но требует от программиста контроля количества расходуемой памяти.

### Блокировка файлов

Помимо изоляции открытых данных от дисковых операций с помощью описанных ранее методов «виртуальных» ФС, необходимо реализовать механизм регуляции доступа к файлам в данных ФС. Для решения данной задачи можно предложить различные методы, например, стандартные для Unix-систем права доступа к файлу. Использование данного механизма надежно регламентирует доступ к файлам и легко программируется, однако, не обладает достаточной гибкостью.

В качестве метода контроля доступа к файлам предлагается использовать мандатную блокировку с помощью системного вызова `fcntl`. Данный метод однозначно позволяет блокировать определенный файл, ассоциируя блокировку с `i-node` файла и `PID` процесса, из которого она вызвана [8]. Таким образом, при инициации данной блокировки файл доступен только внутри вызвавшего блокировку потока, что позволяет защитить файл от доступа как из сторонних процессов, не связанных с выполняемой программой, так и от собственных потоков выполняемой программы.

Важно отметить, что блокировка подобным образом доступна не во всех Linux-системах, и при ее использовании необходимо удостовериться, что целевая система обладает данной возможностью [8].

Для появления возможности мандатной блокировки файлов в ФС ramfs, необходимо монтировать ее с опцией — `o mand` [3].

## Концепция использования

Для иллюстрации последовательности операций при реализации данного метода на рисунке представлена примерная диаграмма последовательности операций по созданию временного файла. Рассмотрим три встречающихся абстракции в диаграмме:

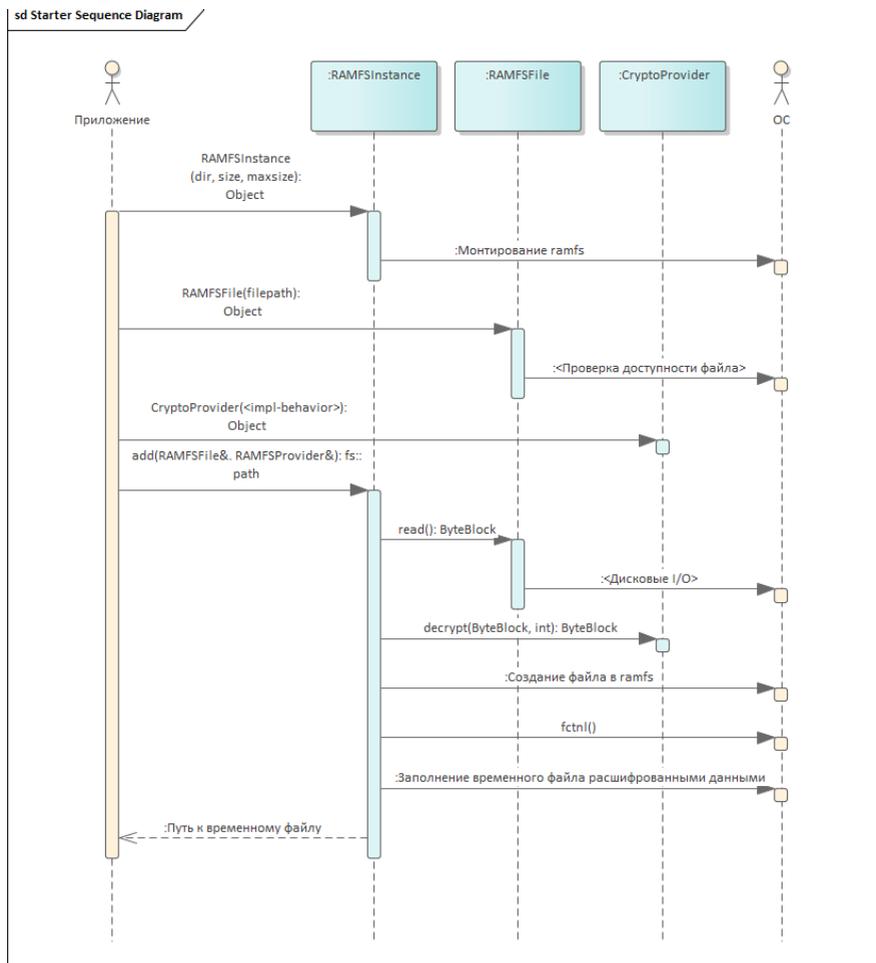


Рисунок 1. Примерная диаграмма последовательности

- `RAMFSFile` — класс, описывающий временный файл, а также операции чтения закрытых данных из исходного файла;
- `RAMFSInstance` — класс-контейнер, обслуживающий экземпляр вир, контролирует заполнение виртуальной ФС файлами;
- `StuptoProvider` — класс-интерфейс, реализующий операции симметричного шифрования при чтении исходного файла и сохранения внесенных изменений.

## Заключение

Рассмотренный в работе метод может использоваться для безопасной изоляции открытых конфиденциальных данных при FLE-типе шифрования диска. Метод позволяет избавиться от потенциально опасных дисковых операций с открытыми данными. В работе также представлена приблизительная последовательность основных операций для реализации рассматриваемого метода.

## Список литературы

1. IEEE 1003.1–2001-IEEE Standard for IEEE Information Technology — Portable Operating System Interface (POSIX(TM)) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [https://standards.ieee.org/standard/1003\\_1–2001.html](https://standards.ieee.org/standard/1003_1–2001.html) (дата обращения: 18.05.2021).
2. UML modeling tools for Business, Software, Systems and Architecture [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://sparxsystems.com/> (дата обращения: 17.05.2021).
3. UNIX GEMS [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://unix1.jinr.ru/faq\\_guide/progs/tppcu/5.html](http://unix1.jinr.ru/faq_guide/progs/tppcu/5.html) (дата обращения: 24.05.2021).
4. Реймонд, Эрик С. Искусство программирования для Unix / пер. с англ. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. — С. 202.— 544 с.
5. Использование `ramdisk` в Linux (`ramdisk`, `ramfs`, `tmpfs`) или препарирование `рамдисков` [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.k-max.name/linux/ramdisk-ramfs-tmpfs-in-linux/> (дата обращения: 29.05.2021).

6. Кирх, Олаф. LINUX для профессионалов: Рук. администратора сети / Олаф Кирх, Терри Доусон; [Пер. с англ. Е. Матвеев].— 2. изд., перераб. и доп. — СПб. [др.]: ПИТЕР, 2001.— 494 с.: ил.
7. Jeroen Domburg. Hard disk hacking [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://spritesmods.com/?art=hddhack> (дата обращения: 17.05.2021).
8. Victor Gaydov. File locking in Linux [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://gavv.github.io/articles/file-locks/> (дата обращения: 27.05.2021).

УДК 004.4

## **Автоматизированный процесс расстановки крепежных изделий в САПР**

**Скляднев Дмитрий Сергеевич**

магистрант Воронежского государственного технического университета

***Аннотация:** Статья посвящается проблемам расстановки стандартных изделий в больших сборках в системе Siemens NX.*

***Abstract:** The article is devoted to the problems of arranging standard products in large assemblies in the Siemens NX system.*

***Ключевые слова:** машиностроение, Siemens NX, моделирование.*

***Keywords:** mechanical engineering, Siemens NX, modeling.*

---

Ни одна хоть сколько-нибудь крупная сборка или изделие не обходится без такой их неотъемлемой части, как стандартные изделия, в частности крепежные изделия, что и помогают соединить все изделие в единую конструкцию. И если это какие-то крупные сборки, как например, модель станка, автомобиля, самолета и др., то количество стандартных изделий может исчисляться сотнями и тысячами даже на уровне подборок. А это в свою очередь означает, что добавить на свои места все стандартные изделия займет немалое количество времени.

Проектирование и управление соединениями в сложных сборках и крепежом — весьма специфическая область деятельности, в которой принято следовать определенным процедурам, и в которой существуют свои лучшие практики [1]. Для полного цикла работы с крепежом у Siemens существует собственное решение Syncrofit, но оно является достаточно дорогостоящим и его функционал для многих производств будет избыточен, хотя и направлены на решения задачи всесторонне. Поэтому многие некрупные предприятия создают свои небольшие узконаправленные системы на базе макросов. Собственно представленное решение не является исключением и было создано как раз именно для расстановки крепежных элементов и других функций лишена.

В качестве подготовительных мер для работы с программой достаточно открыть сборку, в которой необходимо установить крепеж и добавить наш крепеж в сборку (поддерживается работа с сборками, загружаемыми из Teamcenter). После чего запускаем наш модуль, показанный на рис. 1. После чего выбираем наш крепеж, поверхности с отверстиями и ребро, по которому будет осуществляться совмещение крепежа и отверстия. Сами стандартные изделия находят подходящие по размерам отверстия, центрируются и устанавливаются по местам.

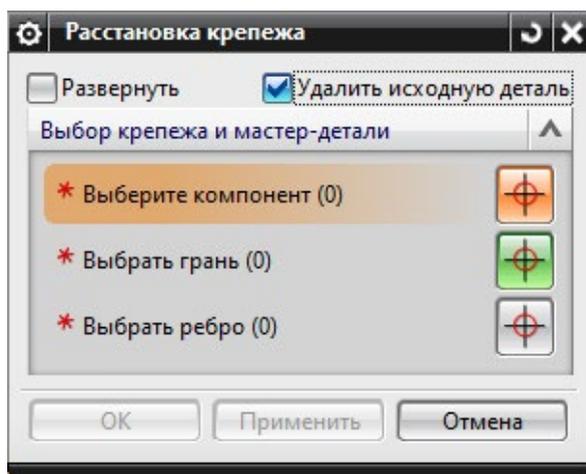


Рисунок 1. Меню расстановки крепежа

В случае необходимости можно развернуть устанавливаемые детали на 180° и удалить исходную, если она добавлялась не по месту, а исключительно для работы программы. Все добавляемые экземпляры изделий идут отдельными компонентами и отображаются в дереве построения, и при необходимости с ними можно работать с каждым в отдельности.

Программа распознает отверстия, созданные как модулем «отверстия», так и булевой операцией «вытягивание». Отличает замкнутые отверстия от незамкнутых, пазы (например, для установки уголков). Выбираемые поверхности подсвечиваются и для демонстрации дополнительно перекрашены. В результате работы программы получаем правильное позиционирование крепежа в отверстиях. На рис. 2 продемонстрированы установленные программой по контуру обшивки втулки для установки в отверстия винтов.

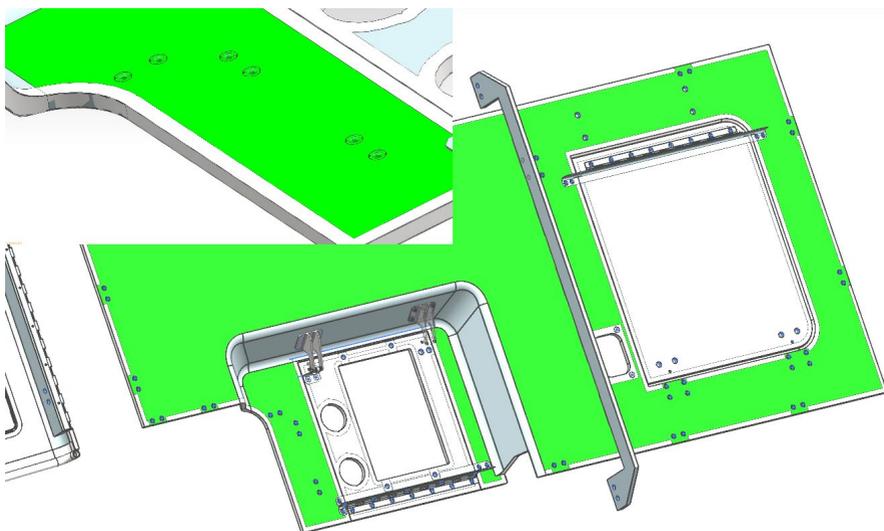


Рисунок 2. Результат работы программы

Подобное узкоспециализированное решение создано для решения исключительно одной-единственной задачи, а потому не является альтернативой системе Syncrofit и другим подобным программным комплексам, способным покрыть самый разнообразный спектр желаний конечного пользователя.

По итогам проведенной работы был создан модуль для расстановки крепежных элементов в сборках программы семейства Siemens NX. Подходит для решения узконаправленных задач по установке большого количества одинаковых элементов по созданным для них «пазам». А потому цели, для которых создавалось приложение были достигнуты. Решение является самодостаточным и может использоваться на машиностроительных предприятиях.

### Список литературы

1. Суханова, А. Для авиационной отрасли использование Syncrofit является критически важным / А. Суханова. — Текст: непосредственный // CAD/CAM/CAE Observer.— 2013.— № 8. — С. 20–28.
2. Getting Started with NX Open. — Текст: электронный // Siemens: [сайт]. — URL: [https://docs.plm.automation.siemens.com/data\\_services/resources/nx/11/nx\\_api/common/en\\_US/graphics/fileLibrary/nx/nxopen/nxopen\\_getting\\_started\\_v11.pdf](https://docs.plm.automation.siemens.com/data_services/resources/nx/11/nx_api/common/en_US/graphics/fileLibrary/nx/nxopen/nxopen_getting_started_v11.pdf).
3. Бетин, С. Проблемы и особенности внедрения комплексной системы автоматизации проектирования Размышления бывшего сотрудника одной из крупных российских корпораций на тему внедрения САПР / С. Бетин. — Текст: электронный // САПР и графика: [сайт]. — URL: <https://sapr.ru/article/7083>.

---

# ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

УДК 620.9

## Перспективы использования возобновляемых источников энергии в сельском хозяйстве

**Садыков Максат Амангелдиевич**

кандидат физико-математических наук, доцент Международного университета инновационных технологий

**Алманбетов Айбек Абдрасилович**

преподаватель Инженерно-педагогического факультета Жалал-Абадского государственного университета им. Б. Осмонова

**Рырсалиев Абдыкерим Сатиканович**

кандидат технических наук, доцент кафедры Электроснабжения Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова

***Аннотация:** Проанализирован мировой опыт использования возобновляемых источников энергии, и в частности солнечной энергетики, а также рассмотрены перспективы использования возобновляемых источников энергии в системе электроснабжения сельских поселений.*

***Abstract:** The world experience in the use of renewable energy sources, and particularly solar energy, is analyzed, and the prospects for the use of renewable energy sources in the power supply system of rural settlements are considered.*

***Ключевые слова:** возобновляемые источники энергии, солнечная энергетика, фотоэлектрические преобразователи энергии, солнечные модули, сельские поселения, загородное и сельское жилье.*

***Keywords:** renewable energy sources, solar energy, photovoltaic energy converters, solar modules, rural settlements, suburban and rural housing.*

С формированием и активным использованием с конца XIX столетия тепловых электростанций доля производимой на них электрической энергии

во всем мире является очень высокой и составляет в настоящий момент свыше 60%. Второе место по выработке электрической энергии отведено гидравлическим электростанциям (свыше 20%), а третье место занимают атомные электростанции (порядка 10%).

Возобновляемые источники энергии (далее по тексту — ВИЭ) представляют собой источники непрерывно возобновляемых видов энергии в биосфере Земли. Стоит отметить, что возобновляемая энергия не выступает в качестве следствия целенаправленной деятельности человека. На долю возобновляемых источников энергии без учета «большой» гидроэнергетики, приходится менее 8%, на территории России данный показатель является еще меньше и составляет менее 1%. Стоит отметить, что общую мировую потребность в электроэнергии, которая получена посредством использования ВИЭ, можно обеспечить около 30%. На территории некоторых промышленно развитых государств это значение составляет следующие показатели: на территории Швеции — 24%, Во Франции — 15%, в США и Китае — 14%, в Дании и Германии — 12%. Но стоит отметить, хоть данные показатели и являются высокими в сравнении с иными государствами, все же в настоящее время они являются уже не удовлетворительными.

В 2007 году страны-участники Европейского Союза (далее по тексту — ЕС) приняли соглашение, в котором содержится, что к 2020 году не менее 20%, а к 2024 году уже не менее 40% абсолютно всей потребляемой ими электроэнергии должно производиться с использованием возобновляемых, а главное — экологически чистых источников. В качестве основных источников должны использоваться ветер, солнце и вода.

В качестве показательного государства в рассматриваемом вопросе является Китай, который стремится не отставать от «передовиков» развития альтернативной энергетики.

В настоящее время правительство Китая завершает пересмотр целевой программы, которая была принята в 2007 году по вопросам ускоренного развития альтернативной энергетики. На новую десятилетнюю программу Китай намерен выделить порядка 293 млрд долларов. Особая роль в упомянутой программе отводится солнечной энергетике и энергетике ветра.

Китай поставил перед собой цель довести к 2050 году размер производства энергии из альтернативных источников до 40% в общем энерге-

тическом балансе государства. Министерство энергетики Китая, в свою очередь, также приняло новый план, предусматривающий доведение мощности ветряных электростанций к 2022 году до 100 ГВт, что является огромным показателем.

На территории нашего государства, вплоть до 2009 года отсутствовали какие-либо законы, касающиеся возобновляемых источников энергии. И только в указанный год в нашей стране было подписано постановление об основных направлениях государственной политики в области повышения энергетической эффективности электроэнергетики, основываясь на использовании возобновляемых источников энергии на период до 2020 года. Согласно указанному документу, доля альтернативной энергетики в нашем государстве составила в 2015 году 2,5%, а в 2020 году — 4,5%. Подписание рассматриваемого российского документа также содержит то, что каждый инвестор, который вложит собственные денежные средства в строительство таких энергетических мощностей будет получать фиксированный возврат средств от государства на каждый киловатт.

В последнее время наблюдается повышенный интерес к более интенсивному использованию возобновляемых источников энергии. В большинстве своем, на это сильное воздействие оказывает тот аспект, что более 75% территории нашего государства не обладает централизованным энергоснабжением. Вследствие этого, доставлять в такие районы, к примеру, углеводородное топливо, является довольно дорогим удовольствием

С каждым годом, потребление углеводородов по всему миру повышается примерно на 4%. Принимая во внимание текущий темп потребления, предполагается, что нефти хватит лишь на 20–30 лет, газа хватит на 70–80 лет, а вот угля порядка на 170–180 лет. Рациональное использование потребляемой энергии, снижение потребления энергоносителей, а вместе с тем и использование современных технологий, которые не наносят урон окружающей среде — являются одними из наиболее важных инструментов в сфере охраны окружающей среды на текущий момент.

В нашем государстве проведено исследование эффективности использования ВИЭ в некоторых регионах, а кроме того подготовлены соответствующие проекты последующих планов действий. Так, на территории Нижегородской области планируется наладить использование биомас-

сы-отходов лесопереработки. На территории Астраханской области планируется наладить использование солнечной и ветровой энергии, а на территории Краснодарского края планируется наладить как геотермальную энергию, так и отходы сельского хозяйства.

В прошлом столетии, нашим государством проводились разработки домов с использованием возобновляемых источников энергии, однако в 90-х годах эти исследования были приостановлены. Стоит отметить, что строительство загородного сельского жилья, как правило, осуществлялось по типовым, шаблонным проектам, которые в свою очередь, предполагали обеспечение минимального уровня комфорта физиологических потребностей человека. В последнее время наблюдается возобновление проектирования и строительства такого вида жилья в нашей стране, однако отсутствие опыта в данном направлении, приводит к множеству разных проблем еще на начальном этапе.

В настоящее время тема сельского жилья, которое использует ВИЭ является актуальной, как с экологической точки зрения, так и с точки зрения развития нового направления архитектуры жилого малоэтажного дома. В качестве примера можно привести страны Европы, где кроме частных домов, проектируемых с использованием ВИЭ, также действуют программы по проектированию «экологических поселений», активно поддерживаемые государством и региональным правительством.

Наиболее стремительными темпами сегодня развиваются технологии практического использования фотоэлектрических преобразователей энергии, чей средний ежегодный прирост составляет около 60%.

Стремительными темпами внедряются и иные технологии использования ВИЭ. К ним можно отнести: ветроустановки (28%), производство биотоплив (25%), солнечные нагревательные установки (17%), геотермальное теплоснабжение (13%), малые и микро ГЭС (8%). А что касается традиционных отраслей энергетики, то они развиваются на 2–4% в год, включая «большую» гидроэнергетику (2%) и атомную энергетику (1,6%).

Далее рассмотрим солнечную энергетику, поскольку на сегодняшний день это является одним из наиболее изученных и перспективных направлений. Солнечная энергетика отвечает всем требованиям безопасности, экологичности, доступности и изученности последствий ее использова-

ния. Наибольшее развитие, данное направление получило на территории Японии (48%), Германии (23%), США (16%). На территории указанных государств предоставляются различные льготы тем гражданам и предпринимателям, которые используют ВИЭ.

В настоящее время на рынке энергетических систем, работающих на основе солнечных модулей, предлагается огромное количество систем, которые отличаются между собой по мощности и функциональному назначению. В связи с тем, что солнечный модуль производит электроэнергию в дневной период, а используется в вечерний, то энергетическая система должна содержать в себе три основных элемента, такие как: солнечный модуль, батарею для накопления и автоматизированное управление. На территории стран Европы и США распространены энергетические системы для дома, чья мощность составляет 1–2,5 кВт. Данные системы подсоединяются к центральной энергетической системе и не содержат в себе накопителей электроэнергии.

В Германии был принят закон о мерах стимулирования по производству и использованию фотоэлектричества, который содержал в себе предоставление специальных закупочных тарифов для производителей фотоэлектричества. Рассматриваемый закон Германии совместно с программой «100 000 солнечных крыш» привел к массовому поступлению заявок на фотоэлектрические солнечные модули общей мощностью 20 МВт. При этом для покупателей фотоэлектрических солнечных модулей мощностью до 5 кВт правительством был предоставлен беспроцентный кредит сроком на десять лет. Таким образом, правительство Германии стимулировало своих граждан приобретать фотоэлектрические солнечные модули.

На сегодняшний день, одним из наиболее крупных рынков сбыта фотоэлектрических преобразователей является Испания. Благодаря активной правительственной программе, в период внедрения фотоэлектрических преобразователей, суммарная мощность солнечных электростанций ежедневно возрастала на 2000 кВт. А несколько позже, порядка трети электроэнергии, которую получает Испания, приходилось непосредственно на фотоэлектричество.

С целью автономного энергоснабжения сельских поселений и объектов сельского здравоохранения были разработаны системы PS 2400, которые вырабатывают переменное напряжение 220 В. Мощность систем

составляет порядка 900 и 2 400 Вт, а их стоимость равняется 20 000—33 500 долларов. Довольно высокая стоимость данных установок обуславливается высокой стоимостью самих солнечных модулей. В процессе производства монокристаллических кремниевых солнечных модулей затрачивается такое количество энергии и труда, которое невозможно окупить в течение всего периода их использования. Вместе с тем, фотоэлектрические преобразователи на основе поликристаллической кремниевой ленты являются довольно привлекательными с коммерческой точки зрения, и это не смотря на более низкие показатели КПД. Данный аспект обуславливается тем, что на протяжении их эксплуатации они вырабатывают существенно больше электроэнергии, нежели было затрачено на их производство.

По мнению многих исследователей, наиболее перспективными для наземного использования являются тонкопленочные фотоэлектрические преобразователи. Их низкая стоимость при массовом производстве и при вполне достаточной эффективности объясняется снижением их толщины в порядка сто раз.

При этом стоит отметить, что наибольшую эффективность демонстрируют солнечные элементы на основе пленок полупроводниковых поликристаллических соединений Cu (In, Ga) Se<sub>2</sub>, CdTe гидрогенизированного аморфного кремния.

В настоящее время стоимость фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии составляет порядка 1,5—3,5 доллара за 1 Вт. Указанная стоимость может быть уменьшена в случае более стремительного развития технического процесса и повышения их эффективности. А уменьшение стоимости тонкопленочных фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии до одного доллара за 1 Вт сделает фотоэлектричество более конкурентоспособным в сравнении с той электроэнергией, которая производится на тепловых электростанциях.

В завершении стоит отметить, что существенную конкуренцию по стоимости получаемой электроэнергии, исследованному виду ВИЭ может составить исключительно атомная энергетика. Однако, принимая во внимание тот аспект, что у атомной энергетике имеются различные неблагоприятные факторы, то можно с уверенностью заявить, что в настоящее время конкуренции ВИЭ пока нет.

### **Список литературы**

1. Барпиев Б. Б. Анализ возобновляемых источников электроэнергии // Вестник КГУСТА им. Н. Исанова. 2016, № .3. С. 98–101.
2. Гришковец Е. За альтернативную энергетику заплатят потребители // Газета «Коммерсантъ», 2019. № 8. С. 10–19.
3. Бегалиев У.Т., Землянский А. А. Устойчивость динамических систем массивных конструкций. Материаловедение. 2018.— № 2 (26). — С. 39–41.
4. Землянский А. А. Устойчивость динамических систем массивных конструкций // Материаловедение. 2018. № 2 (26). С. 39–41.
5. Попель О. С. Исследование систем энергоснабжения с использованием возобновляемых источников энергии // Высшая школа. 2018. № 2. С. 102–108.
6. Садыков М. А. Потенциал развития малой гидроэнергетики // Известия вузов. 2016. № 35. С. 16–20.
7. Садыков М. А. Современные светодиоды в светотехнических решениях // Наука и инновационные технологии. 2017. № .3. С. 93–101.
8. Суюндуков Н. Т. Области применения солнечной энергетики // Наука и инновационные технологии. 2020. № 3 (16). С. 123–129.

УДК 620.92

## **Альтернативные источники энергии в сельском хозяйстве**

**Садыков Максат Амангелдиевич**

кандидат физико-математических наук, доцент Международного университета  
инновационных технологий

**Алманбетов Айбек Абдрасилович**

преподаватель Инженерно-педагогического факультета Жалал-Абадского  
государственного университета им. Б. Осмонова

**Рырсалиев Абдыкерим Сатиканович**

кандидат технических наук, доцент кафедры Электроснабжения Кыргызского  
государственного технического университета им. И. Разакова

***Аннотация:** Электроснабжение в сельской местности решает целый ряд задач и прежде всего повышает эффективность агропромышленного производства, улучшает качество и условия жизни населения сельской местности. Учитывая все возрастающее потребление тепловой и электрической энергии в сельском хозяйстве, становится необходимым совершенствование системы электрооборудования теплоэнергоснабжения, рациональное использование топливно-энергетическими ресурсами и поиск новых альтернативных методов и технологий для получения энергии посредством современных энергосберегающих технологий.*

***Abstract:** Electricity supply in rural areas solves several problems and, above all, increases the efficiency of agro-industrial production, improves the quality and living conditions of the rural population. With the increasing consumption of heat and electric energy in agriculture being considered, it becomes necessary to improve the system of electrical equipment for heat and power supply, rational use of fuel and energy resources, and the search for new alternative methods and technologies for generating energy through modern energy-saving technologies.*

***Ключевые слова:** возобновляемые источники энергии, нетрадиционные источники, альтернативные источники, электроэнергия, солнечные панели, ветроустановки.*

***Keywords:** renewable energy sources, non-traditional sources, alternative sources, electricity, solar panels, wind turbines.*

.....

Электрооборудование и снабжение электричеством в аилных округах имеет значимую роль благодаря решению многих задач и в первую оче-

редь, повышению производительности агропромышленного сектора, улучшению условий жизни населения в аилных округах. В связи с ежегодным повышением потребления теплоэлектрической энергии в аграрном секторе и сельской местности, становится необходимым усовершенствование систем электроснабжения, тепло энергоснабжения, а также соблюдение рационального израсходования энергоресурсов и поиска альтернативных способов и технологий для получения энергии с помощью применения нетрадиционных источников энергии, способных к возобновлению.

Повышений требований к надежности электроснабжения обусловлено переводом сельскохозяйственного производства на промышленную основу (птицефабрики, животноводческие комплексы, хранилища овощей и фруктов), так как производство и переработка продукции реализуется посредством механизации и автоматизации производственных процессов, осуществляемых непрерывно. На основании этого, одной из основных задач энергетиков для выполнения Продовольственной программы страны стало значительное повышение надежности электроснабжения агропромышленных предприятий.

Сельское хозяйство является основой хозяйства и одним из главных источников жизни и благосостояния населения Кыргызстана. За последние года агропромышленный комплекс достиг более 42% валового общественного продукта и свыше 40% нац. дохода республики. В Кыргызстане в специализации сельского хозяйства высоко развито животноводство благодаря наличию просторных пастбищ и низкому осуществлению пашней. Доля отрасли животноводства к началу 90-х годов в общем объёме с.-х. продукции составляла 60%. Также высокой интенсивности в сельском хозяйстве достигло растениеводство, которое осуществлено на орошаемом земледелии, несмотря на меньшем уд. вес в системе производства. Таким образом, можно отметить, что в рамках межреспубликанского разделения труда Кыргызстан представлен в качестве одного из ведущих производителей и поставщиков мяса, шерсти, табака, шёлка, хлопка, а также овощей, фруктов, мёда и продуктов их переработки. В 1990 на долю агропромышленного комплекса реализовано больше половины общего объёма экспорта республики. Большая часть сельскохозяйственной продук-

ции, поставляемой за пределы республики вывозилась после первичной обработки или в непереработанном виде [1,2].

В период 1991–95 гг. также переживал экономический кризис, но в меньшей степени, в отличие от других производственных отраслей. Что касается производства, отметим, что наибольший спад был отражен на животноводстве. В 1995 году, в сравнении с 1991, поголовье крупного рогатого скота уменьшилось на 28%; свиней — на 71%, овец и коз — на 57%, а птиц — на 85,4%. В Кыргызстане в 1991 поголовье овец снизилось с 9,5 млн до 4,5 млн. Также в данный период снизился уровень и растениеводства, сборы зерновых культур сократились на 62%, табак — на 33%, овощи — на 53%. Но отметим, что возросло производство сахарной свёклы и картофеля. С 1995 сельские товаропроизводители вносят оплату за пользование сельскохозяйственными угодьями, что повлекло за собой подорожание себестоимости продукции.

Для агропромышленного комплекса (АПК) характерна весомая неравномерность тепло и энергопотребления различными объектами. За последние годы возросла стоимость нефти и газа, выражен дефицит ресурсов топлива и энергии в Кыргызстане, что обуславливает необходимость экономии источников энергии, которые работают на основе органического топлива (уголь, нефть, газ, торф и т.д), также рекомендуется использование нетрадиционных (возобновляемых и вторичных) источников обеспечения тепловой и электрической энергии [3].

Наиболее перспективными, из числа нетрадиционных и возобновляемых источников энергии (НВИЭ), являются солнечная и ветровая, так как в Кыргызстане имеются необходимые условия для использования дополнительных источников в сельском хозяйстве, что позволит сохранить и улучшить состояние экологической обстановки в республике.

В мире имеется большой опыт применения солнечной и ветровой энергии. Работает большой парк гелио и ветроэнергетических установок (ГЭУ, ВЭУ), суммарная мощность которых составляет сотни гигаватт.

В процессе осуществления термоядерных реакций солнцем выделяется энергия. Благодаря солнечному излучению образуется поток энергии, средняя плотность которого, так называемая солнечная постоянная, примерно равна  $1,353 \text{ кВт/м}^2$ . Несомненно солнечное излучение, которое воспринимается атмосферой, в различные времена года изменяется.

Возможность и актуальность применения солнечной энергии имеет зависимость от времени года и широты солнечного излучения. Для обеспечения необходимой энергией сельского хозяйства, необходимо аккумулировать солнечную энергию, чтобы реализовать отопление, вентиляцию и поступление горячего водоснабжения в жилые и производственные помещения, осуществить сушку зерна, семян и кормов, тепловую обработку сельскохозяйственной продукции при различных технологических процессах на сельскохозяйственных предприятиях.

В связи с необходимостью экономии электроэнергии во многих странах мира актуален интерес к ВЭУ для обеспечения нужд сельского хозяйства. При применении ветровой энергии появляется зависимость от образуемого давления между участками земли, от равномерности или неравномерности нагревания земли солнцем, от смены времени суток, сезона года, а также расположения ветровой установки и т.д. Согласно критериям, Кыргызстан имеет высокий ветроэнергетический потенциал [4].

На данный момент, в Кыргызстане отсутствуют масштабные солнечные станции, но используются фотоэлектрические панели в большей степени, либо в домохозяйствах, либо на малых предприятиях. В рамках проекта «Надежное энергоснабжение сельских ФАПов» по Единой Программе ООН ЮНИДО совместно с ПРООН и ВОЗ на 19 ФАПах в областях Кыргызстана были установлены фотоэлектрические станции, имеющие мощность равной 3 кВт. И 1,5 кВт, благодаря чему была обеспечена бесперебойная работа, непрерывное предоставление медицинских услуг всему населению [5].

В республике активно производятся работы, чтобы ввести в использование ВЭУ различных мощностей: небольшой (до 40 кВт), средней (до 250кВт) и большой (250кВт и более). Так, с помощью использования ВЭУ, для того, чтобы снизить уровень грунтовых вод, обеспечить поставку воды к пастбищам, и в то же время снизить расходы на транспорт и топливо, целесообразно применять ВЭУ.

Ветровую энергию АПК можно применять для осуществления теплоснабжения, подогрева воды, обеспечения горячего водоснабжения, поддержания в холодильных камерах необходимых параметров для сельскохозяйственной продукции и т.д.

Эффективно совмещать альтернативные источники в местах расположения ВЭУ для того, чтобы обеспечить необходимой электроэнергией в зависимости от сезона года, технических процессов АПК, например, совмещение гелиоустановок и ВЭУ для реализации отопления и охлаждения плодовоовощных теплиц и т.д.

На основании изученной литературы можно отметить, что благодаря использованию энергии ветра и солнца становится возможным удовлетворить нужды сельского хозяйства в электроэнергии на 10–15%. Отметим, что преимуществ, касаемо данных источников энергии (ВИЭ), недостаточно. Необходимо находить и реализовывать эффективные методы для оценки использования ВИЭ, чтобы обеспечивать потребителей энергией с помощью источников, которым свойственно возобновление. В данном случае, солнечная и ветровая энергии являются дополнительными источниками, которые могут повысить эффективность обеспечения энергии, и в то же время, осуществить экономию органического топлива.

Таким образом, в СКЭ источники, способные возобновляться, заменяют какую-либо долю требуемой энергии  $W_n$  при обеспечении потребителей энергией. Часть требуемой энергии  $W_n$ , которая заменяется возобновляемым источником  $W_{вн}$ , представлена коэффициентом  $K_n$

$$K_n = \frac{W_{вн}}{W_n}$$

Для того, чтобы осуществить экономию обеспечения энергией потребителей, от СКЭ требуется минимизировать затраты на необходимую энергию для конкретного объекта

$$P_{min} = \sum_{n=1}^m C_{вн} W_n \pm C_T W_n$$

Где  $m$  — количество возобновляемых источников, которые являются частью замены необходимой энергии для данного потребителя;  $C_{вн}$ ,  $W_n$  — стоимость и расходуемая энергия от  $n$ -го возобновляемого источника;  $C_T$ ,  $W_T$  — стоимость энергии, поступающей от традиционного источника.

На основании вышеперечисленного, цена в описанной СКЭ рассчитывается соотношением

$$U_{min} = \sum_{n=1}^m U_{вн} W_{н\pm} U_{т} W_{т} \sum_{n=1}^m U_{вн} K_n \pm U_{т} (1 - K_{\Sigma})$$

Где  $K_{\Sigma}$  — суммарная доля замещаемой энергии от рассматриваемых ВИЭ.

Минимальной цене соответствует конкретная часть заменяемой энергии за конкретный расчетный период времени (месяц, сезон, год). Часть заменяемой энергии учитывает, не только случайный характер поступающей возобновляемой энергии, но и условия согласования произведенной энергии от ГЭУ и ВЭУ с необходимой энергией для данного потребителя электроэнергетики АПК.

Таким образом, доля замещаемой энергии  $K_{ГЭУ}$  представлена следующей формой:

$$K_{ГЭУ} = K_{об}^{ГЭУ} P(S) \text{ или } K_{ВЭУ} = K_{об}^{ВЭУ} P(V_{ср.м})$$

Где  $K_{об}^{ГЭУ}$ ,  $K_{об}^{ВЭУ}$  — соответственно коэффициент, который учитывает суточную обеспеченность потребителя энергией от ГЭУ или ВЭУ;  $P(S)$ ,  $P(V_{ср.м})$  — соответственно вероятность возникновения длительности солнечного сияния и скорости ветра, которые обеспечивают среднесуточную мощность ветрового потока.

Коэффициент энергетической обеспеченности  $K_{об}$  отражает долю требуемой суточной энергии  $W_n$  потребителя, заменяемой ГЭУ или ВЭУ:

$$K_{об} = \frac{W_{пол}}{W_n} < 1$$

Где  $W_{пол}$  — полезная суточная энергия, которая вырабатывается ГЭУ или ВЭУ.

По истечении суток полезная энергия, вырабатываемая ГЭУ или ВЭУ, рассчитывается по специальной методике в зависимости от удельной площади ГЭУ или рабочей площади ветроколеса ВЭУ.

Суточный коэффициент обеспеченности энергией выявляется для каждого месяца согласно расчетному периоду.

Таким образом, вышеописанное выражение, предназначенное для оценки доли заменяемой энергии учитывает все условия обеспечения энергией потребителей в соответствии с основными параметрами энерго-

установки, площадью ГЭУ или ВЭУ, а также случайным характером поступающей возобновляемой энергии в течение расчетного периода.

## **Вывод**

Благодаря выражению (3) становится возможным применять инженерную методику для расчета и выбора гелио и ветроэнергетических установок с целью для дальнейшей замены части необходимой энергии от ГЭУ и ВЭУ для обеспечения электроэнергией потребителей в сельской местности. Также можно определить и общее количество солнечных и ветровых установок, которые обеспечивают конкретное количество заменяемой электроэнергии определенных районов или в общем для страны.

## **Список литературы**

1. Полищук, А. А. Перспективы разработки и использования местных возобновляемых и нетрадиционных источников энергии в сельском хозяйстве/ А. А. Полищук, Г. А. Михальцевич // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве: труды 7-й Международной науч.-тех. Конф., 18–19 мая 2010 г., ГНУ ВИЭСК: в 5 ч. — 4: Возобновляемые источники энергии. Местные энергоресурсы. Экология. — Мю.: ГНУ ВИЭСХ, 2010. — С. 9–13
2. Анализ энергоэффективности нетрадиционных источников энергии в сельском хозяйстве/ А. А. Полищук // Энергосбережение — важнейшее условие инновационного развития АПК: материалы Междунар. науч.-техн. Конф., Минск, 23–24 октября 2009 г.: в 2ч. — Ч. 1/ под ред. М. А. Прищепова. — Минск: БГАТУ, 2009. — С. 111–114.
3. Шерьязов, С.К Исследование системы комплексного энергоснабжения с использованием возобновляемых источников/ С. К. Шерьязов // Вести КрасГАУ. — Красноярск, 2008. — Вып.5. — С. 302–305.
4. Суяндукон Н.Т., Садыков М. А. Области применения солнечной энергетики // Наука и инновационные технологии. 2020. № 3 (16). С. 123–129.
5. Бегалиев У.Т., Землянский А. А. Устойчивость динамических систем массивных конструкций. Материаловедение. 2018.— № 2 (26). — С. 39–41.

УДК 671.1

## Бриллиант или муассанит?

Измestьев Сергей Александрович

предприниматель, основатель бренда «Izmestiev Diamonds»

***Аннотация:** В настоящее время на рынке ювелирных изделий много разнообразных заменителей камня номер 1 — бриллианта. Среди них выделяется муассанит. С одной стороны — это природный материал, очень редкий на Земле, но часто встречающийся в космосе. С другой — это искусственно выращенный кристалл. Как сделать выбор, и на что обращать внимание с научной точки зрения, описано в данной статье.*

***Abstract:** Currently, there are many different substitutes for the number 1 stone — the diamond — on the jewelry market. Moissanite stands out among them. On the one hand, it is a natural material, very rare on Earth, but often found in space. On the other hand, it is an artificially grown crystal. How to make a choice, and what to look for — the answers are provided in this article from a scientific point of view.*

***Ключевые слова:** бриллиант, муассанит, дисперсия, двулучепреломление, твердость, карборунд.*

***Keywords:** diamond, moissanite, dispersion, birefringence, hardness, carborundum.*

.....

Что такое муассанит? Это порождение технологий или природы? Какое отношение он имеет к бриллианту? Бриллиант как драгоценный камень номер 1 известен с давних лет и признан во всем мире. Цена его достаточно высока и он может служить вложением капитала на долгое время. Тем не менее, украсить себя сверкающим камнем хотят многие. Тема статьи выбрана совершенно не случайно, потому что участились случаи, когда под видом бриллиантов продают муассаниты. Началось это всё в девяностые годы и сейчас активно продолжается. Последние 15–20 лет стало в целом известно такое слово как муассанит.

Покупателей часто вводят в заблуждение по поводу этого камня, смешивая правду и небылицы. Прежде всего, следует сказать, что муассанит бывает природный и искусственный [1, 2]. И между ними — пропасть. Природный минерал был открыт в 1893 году французским исследователем Фердинандом Анри Муассаном. Он исследовал горные породы из кратера

вулкана в штате Аризона США и обнаружил интересный минерал который впоследствии был назван в его честь в 1905 году. Такой же минерал нашли и в кимберлитовых в трубках и других горных породах. Но Анри Муассан был первым. Однако в естественном виде муассанит встречается очень и очень редко. Хотя в космосе он достаточно распространен. Так что неудивительно что он оказался в том метеорите, где его обнаружил Муассан. Муассан сначала принял кристаллы за алмазы, и долгое время находку Муассана подвергали сомнению. Причиной возможно было то, что Муассан пользовался для распиловки породы пилой и напылением карбида кремния и его пыль и крошки могли попасть в породу. В будущем Муассан стал лауреатом Нобелевской премии в области химии (1906), но это другая история. Природные кристаллы муассанита могут иметь размеры не больше, чем 2 мм, и его цвет колеблется от грязно зеленого до чёрного оттенка. К тому же кристаллы природного муассанита абсолютно непрозрачные, потому что насыщены большим количеством включений. Муассанит в изобилии встречается в космосе: в пылевых облаках звезд и первозданных метеоритах.

Камни муассаниты, которые продаются сейчас в ювелирных магазинах, получены искусственным путем. Американский химик Эдгар Аченсон сумел создать в 1982 г. бездефектный большой (несколько карат) кристалл искусственного муассанита [3]. Муассанит удалось вырастить путем смешивания двух элементов: кремний Si и углерод C. Абсолютно все украшения, которые продаются с названием камня «муассанит» в ювелирных сетях — это не что иное, как синтетические карборунды с низкой стоимостью. Карбид кремния или муассаниты ювелирного качества появились на рынке сравнительно недавно. Первые искусственные муассаниты были желтоватого оттенка и плохой прозрачности, мутноватые. В настоящее время эти недостатки исключены, и муассанит представляет собой идеально прозрачный белый камень. Несколько лет назад американская фирма Charles & Colvard запатентовала метод производства синтетического муассанита ювелирного качества. 10 лет назад никто и представить себе не мог, что из них можно сделать такие великолепные украшения, что они будут настолько похожи на бриллианты, что почти невозможно будет отличить один от другого невооружённым глазом. Стоимость муассанита на

сегодняшний день составляет не больше, чем 12 процентов от стоимости бриллианта любых характеристик.

Именно из-за искусственного происхождения ювелирный муассанит практически всегда исключается из списка драгоценных камней. Хотя муассанит обладает весьма хорошими характеристиками близкими к самому известному драгоценному камню — бриллианту, лишь совсем чуть-чуть уступая ему в твердости, но зато превосходя его в игре света. Муассанит уступает по твердости алмазу (8,5–9,25 по шкале Мооса, по сравнению с 10 для алмаза), но превосходит его по показателю преломления 2,65–2,69 (по сравнению с 2,42 для алмаза) [4]. Первые муассаниты были в основном бесцветными. Однако позже их научились окрашивать в разные цвета, как и настоящие алмазы. Покупая украшения с муассанитами следует знать, что эти драгоценные камни явились вовсе не со звёзд, как могут заявить продавцы, а были выращены искусственно в земных лабораториях, что, впрочем, не делает муассаниты менее прекрасными. Ведь это действительно хорошие искусственные камни, по своим качественным характеристикам и, конечно же, они столь же красивы, как и традиционные алмазы. Но при всех своих выдающихся оптических свойствах по красоте муассанит бриллианту уступает. Во-первых, покупатели и владельцы ювелирных изделий с бриллиантами привыкли именно к «бриллиантовой» игре света и более цветастые блики них раздражают. Во-вторых, лучики света, испускаемые бриллиантом, менее яркие и слепящие, чем у муассанита. И это хорошо видно на рекламных фото распространяемых компанией изготовителем. Муассанит выдает не слишком плотные вспышки куда более темного тона, а для ценителей первозданной красоты такие качества камня достаточная причина для отбраковки. Так что превзойти натуральный бриллиант муассаниту пока не удалось. Впрочем, существует вероятность, что технологии развиваются и, если удастся создать разновидности соединения кремния и углерода лишённые перечисленных недостатков, то тогда муассанит прочного воцарится на троне короля драгоценных камней.

Как визуально отличить в украшениях карборунд, так называемый «муассанит», от бриллианта? Приведем несколько его свойств, которые отличаются от природного алмаза. Для начала, это твердость. Как говорилось ранее, твердость бриллианта — десятка по шкале Мооса, а твердость

у карборунда составляет чуть выше девяти. То есть он чуть-чуть уступает по твёрдости алмазу. Достаточно воспользоваться прибором для измерения твердости и результат будет на лицо.

Далее, дисперсия карборунда выше, чем у бриллианта в 2 с половиной раза, благодаря чему он играет намного сильнее, чем бриллиант. Мы часто сталкиваемся с явлением дисперсии света в жизни, но не всегда замечаем этого. Но если быть внимательным, то явление дисперсии всегда нас окружает. Одно из таких явлений это обычная радуга. Как и многие физические явления, радугу и, следовательно, дисперсию света открыл, наверное, самый известный физик Исаак Ньютон. Он пропустил солнечный луч через призму и получил всем нам известные «Каждый охотник желает знать, где сидит фазан» цвета. Дисперсией называется явление разложения света на цвета при прохождении света через вещество [5].

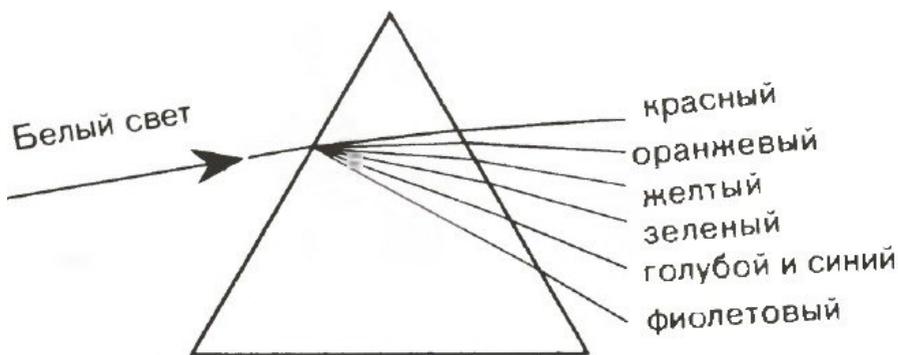


Рисунок 1. Разложение белого цвета на цвета в призме [7]

Дисперсия — это сложное физическое явление, включающее в себя преломление света. Фактически наблюдая игру света в камнях, мы наблюдаем радугу. Тут можно сказать, что стразы Swarovski тоже имеют определенную дисперсию и могут сверкать. Зная теперь про дисперсию, можно визуально будет отличать карборунд, то есть так называемый муассанит, от бриллианта в украшениях. Муассанит сверкает в два раза больше, ярче, так как лучше преломляет попадающий на камень свет.

И, наконец, третье различие. Это так называемая за двойственность границ или двулучепреломление, которое очень хорошо выражено у муассанита. Двойное лучепреломление или двулучепреломление — эффект расщепления в анизотропных средах луча света на две составляющие [5]. Если луч света падает перпендикулярно к поверхности кристалла, то на этой поверхности он расщепляется на два луча. Первый луч продолжает распространяться прямо, и называется обыкновенным (о), второй же отклоняется в сторону, и называется необыкновенным (е).

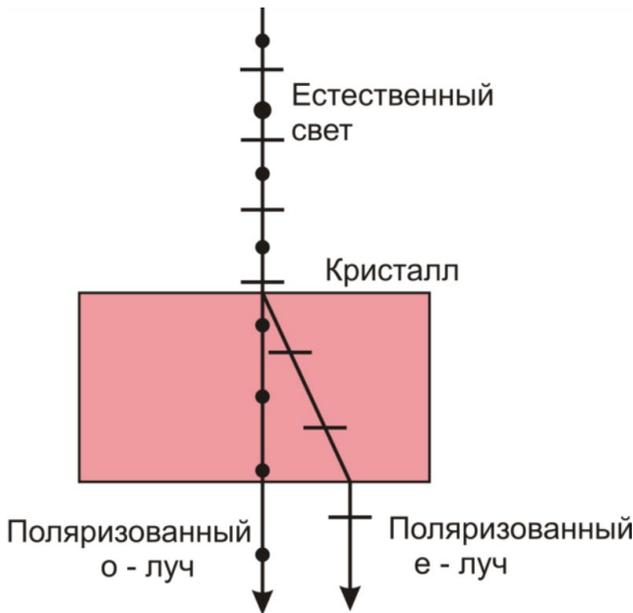


Рисунок 2. Иллюстрация явления двулучепреломления [8]

Впервые эффект обнаружен датским учёным Расмусом Бартолином на кристалле исландского шпата в 1669 году. Этот оптический эффект можно увидеть на ограненном муассанита. Если смотреть на площадку камня, то видно, что его грани имеют двойную линию. Если смотреть на камень в сильную лупу сквозь верхнюю грань — «площадку», то можно увидеть, что ребра нижних граней «павильона» раздваиваются. Эта так называемая

задвоенность безусловно не присуща природному алмазу. Если вы увидите хотя бы один раз эти две параллельные линии на грани камня, то научитесь отличать муассанит от бриллианта однозначно и без применения техники.

Чистота у карборунда безусловно выше, чем у природного бриллианта, потому что в целом муассанит был выращен в лабораторных условиях, поэтому изначально его прозрачность более высокая и каких-то дефектов и визуальных трещин и включений вы там не увидите [6]. Есть ещё одно особое свойство карборунда — это крайне низкая термостойкость [4]. При температуре +65 градусов по Цельсию карборунд проявляет зеленоватый оттенок цвета и в дальнейшем в обратную сторону, то есть в бесцветный вариант, его уже не вернуть.

Однако встает вопрос как же без приборов и не имея не обладая какими-то специфическими знаниями определить вживую, что вот в этом кольце — бриллиант настоящий, а вот в этом кольце — муассанит. Как мы выяснили ранее, прежде всего обращаем внимание на сверкание камня. Бриллианты характеризуются светлыми, голубыми оттенками вспышек и его сверкание идет изнутри камня. У карборунда-муассанита сверкание идёт на поверхности камня. Оно более сильное и камень сверкает всеми цветами радуги. Далее, смотрим на площадку камня, если видны двойные рёбра, то это характерный признак для муассанита.

### Список литературы

1. Муассанит. Открытый доступ: <http://encyclopedia.silver-lines.ru/kamen/muassanit>. Дата обращения 22.05.2021.
2. Пахомова В.А., Федосеев Д.Г., Кульгенько С.Ю., Соляник В.А., Тишкина В.Б., Карабцов А.А., Камынин В.А., Гусаров В. С. Имитация алмазного сырья из муассанита, покрытого алмазной пленкой // ГЕММОЛОГИЯ / Материалы девятой научной конференции. 2019 — Томск: Томский центр научно-технической информации. — С. 112–119.
3. Муассанит — искусственный соперник бриллианта. Открытый доступ: <https://finesell.online/pered-tem-kak-kupit/muassanit.html>. Дата обращения 22.05.2021.

4. Боневиц Р. Л. Все о драгоценных камнях и минералах. полный справочник по горным породам, минералам, драгоценным камням — М.: Астрель, 2006.
5. Оптика. Учебное пособие для вузов / Ландсберг Г.С. — М., 2003.— 848 с.
6. Rebecca T. Synthetic Moissanite Imitating Rough Diamond // Gems & Gemology. 2017. — Vol. 53, № 4. (<https://www.gia.edu/gems-gemology/winter-2017-labnotes-syntheticmoissanite-imitating-routh-diamond>: дата обращения 08.2019).
7. Явление дисперсии света [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://kamni2.ru/svoystva-kamnej/yavlenie-dispersii-sveta>.
8. Поляризованный свет / Факультете географии и геоинформатики БГУ [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [https://geo.bsu.by/images/pres/geol/ok/ok\\_2.pdf](https://geo.bsu.by/images/pres/geol/ok/ok_2.pdf)

УДК 620.95

## **Использование биогазовых установок в микросетях**

**Сарыков Никита Сергеевич**

магистрант Казанского государственного энергетического университета

Научный руководитель **Шириев Равиль Рафисович**

кандидат технических наук,

доцент Казанского государственного энергетического университета

***Аннотация:** Дисбаланс между производством электроэнергии и спросом на нее — одна из основных проблем в распределительной сети. Обычно использование батарей — единственный способ сэкономить электроэнергию для использования в будущем. Здесь использование технологии преобразования электроэнергии в газ в микросети в качестве поддерживающего резерва мощности приведет к более высокому резервированию мощности и снижению затрат на газ, извлекаемый из основной газовой сети. С другой стороны, еще одним возобновляемым источником газа является биогазовая установка, которой будет закачиваться в магистральный газопровод. Эта микросеть, использующая возобновляемые источники, в том числе ветряные турбины, солнечные*

панели, биогазовые установки и системы электроснабжения, является полностью эффективной, надежной и более стабильной.

**Abstract:** *The imbalance between electricity generation and demand is one of the main problems in the distribution network. Usually, using batteries is the only way to save energy for future use. Here, the use of the technology of converting electricity to gas in micro-grids as a maintenance reserve of power will lead to higher power reserves and to lowering costs for gas extracted from the main gas network. On the other hand, another renewable gas source is a biogas plant, the gas from which will be pumped into the main gas pipeline. This micro-grid that uses renewable sources, including wind turbines, solar panels, biogas plants, and power supply systems, is fully efficient, reliable, and more stable.*

**Ключевые слова:** биогаз, биогазовая установка, микросеть.

**Keywords:** biogas, biogas plant, microgrid.

---

## **Эффективность использования биогазовых установок в микросетях**

Сегодня в развитых и прогрессивных странах вместо того, чтобы рассматривать различные формы энергии по отдельности, все типы производителей энергии в сети и их взаимодействие друг с другом рассматриваются как единое целое. Комбинирование различных типов энергоустановок существенно повышает надежность всей микросети [3]. Для передачи энергии из одной зоны в другую, с учетом экономических вопросов, в итоге будет выбран наиболее эффективный и недорогой метод. В предлагаемой модели, превышение электрической энергии внутри микросети за периоды генерации, после преобразования в водород или метан может храниться в качестве системы хранения энергии или передаваться в сети природного газа. Также в этой системе, использующая биологическое сырье и навоз, может производить биогаз и закачивать его в сеть природного газа или оборудование для хранения. В случае избытка энергии возможна ее передача во внешнюю (центральную) сеть [1].

Эта система может быть более прибыльной, если продавать удобрения, полученные на биогазовой установке. В данной модели предусмотрено двустороннее соединение с сетью природного газа и основной электрической сетью. Это означает, что запрос энергии в этой системе должен подаваться

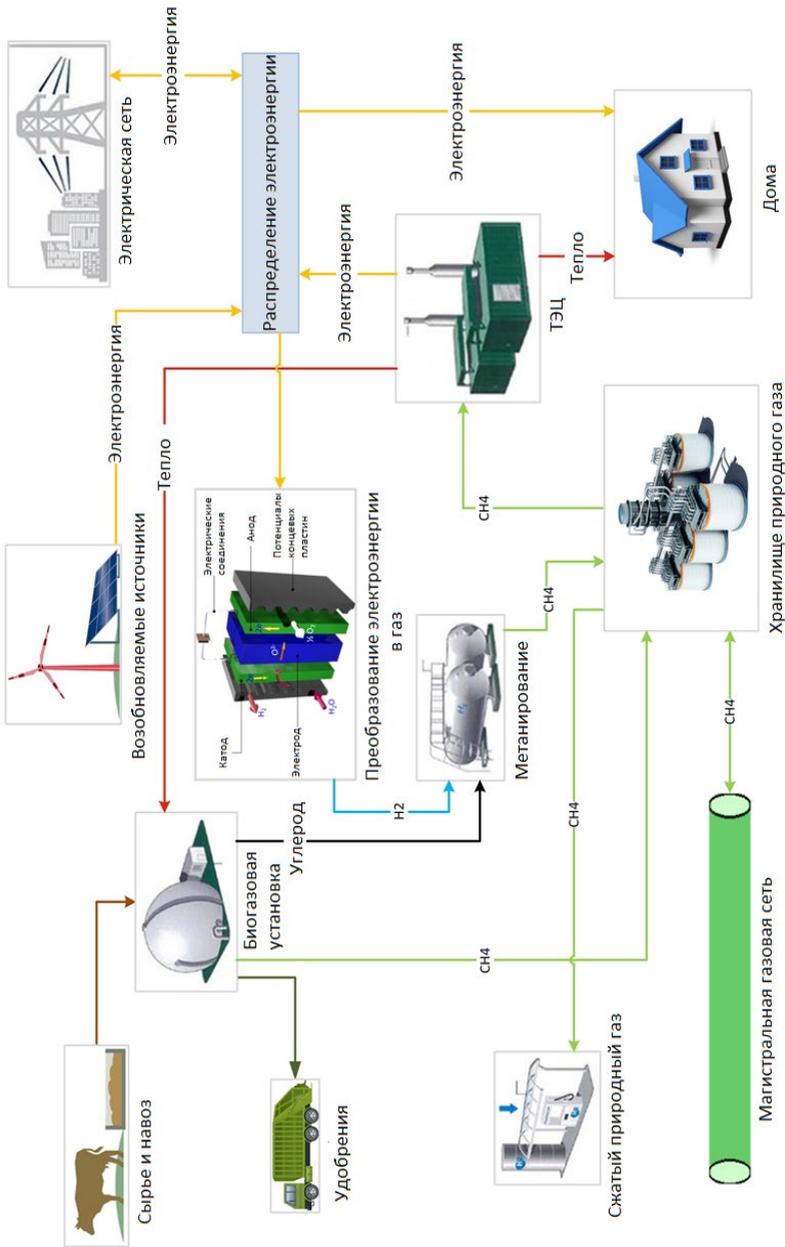


Рисунок 1. Модель микросети

от внутреннего производителя энергии в этой сети и превышать количество энергии, которое может быть продано в основные сети, а также, если генераторы энергии внутренней сети не могут удовлетворить спрос, система должна покупать ее у основных электрических или газовых сетей. Приоритет использования каждого энергоресурса зависит от стоимости его производства.

В соответствии с рисунком 1 система хранения газа может питаться от биогазовой установки и системы с природным газом или от основной газовой сети в периоды пиковой нагрузки. С увеличением загрязнения окружающей среды, вызванного ископаемым топливом, растет потребность в использовании экологически чистых транспортных средств с использованием топлива на природном газе.

Однако стабильный рост потребления газа все еще не позволяет ему конкурировать с другими видами моторных топлив. Так, уровень потребления КППГ в России составляет лишь 0,5% от всех видов топлив, газа в целом — 2,2%, а загрузка АГНКС в среднем составляет лишь 25%. [2]

## **Заключение**

В этой статье обсуждается оптимизация работы микросетей, состоящих из возобновляемых источников, биогазовой установки и когенерационной установки. Эта новая технология хранения и комбинация с биогазовой установкой создаст новую модель микросети в качестве экологически безопасного резервного источника энергии. Метод может быть распространен на микросети с другими технологиями хранения энергии и распределенной генерации.

## **Список литературы**

1. Энергосберегающие технологии. Smart Microgrids — интеллектуальные сети [Электронный ресурс]. — Режим доступа: ensbertech.ru (дата обращения: 17.05.21).
2. Миллер А. Успех развития рынка газомоторного топлива зависит от слаженного взаимодействия «Газпрома», автопроизводителей и ор-

ганов власти. Официальный сайт АО «Газпром газэнергосеть» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.gazpromlpg.ru/?id=33&news=3721>.

3. Majumder R., Ghosh A., Ledwich G., Zare F. Stability analysis and control of multiple converter based autonomous microgrid. Proc. of 7th IEEE International Conference on Control and Automation (ICCA'09), December 9–11, 2009, New Zealand, Christchurch, pp.1663–1668.

УДК 629.5

## Промывка судовых систем

Сензюк Сергей Владимирович

студент магистратуры Института судостроения и морской арктической техники

***Аннотация:** Загрязнения внутри судовых систем могут повлиять на правильную работу системы и даже привести к аварии. Промывка судовых систем — важная часть процесса постройки судна. Она необходима для обеспечения эффективной работы механизмов.*

***Abstract:** Contamination inside the ship's systems can interfere with the proper operation of the system and even lead to an accident. Flushing the ship systems is an important part of the shipbuilding process. It is necessary to ensure the efficient operation of the mechanisms.*

***Ключевые слова:** судовые системы, промывка, эффективность, механизмы, очистка, загрязнения.*

***Keywords:** ship systems, flushing, efficiency, mechanisms, cleaning, pollution.*

---

Надежность, долговечность и работоспособность систем и механизмов, соответствие их заданным параметрам зависит от качества деталей, их сборки и отсутствия посторонних элементов внутри этих механизмов и систем. Посторонние включения в механизмах и рабочих средах внутри системы нарушают нормальное течение процессов, снижают эффективность их работы.

И если простые системы не так подвержены этому влиянию, то современные сложные системы, механизмы и приборы намного чувствительнее

даже к незначительным отклонениям, поэтому требования к контролю за отсутствием посторонних включений постоянно повышаются, так как выход из строя многих судовых механизмов может привести к комплексной аварии, и даже, в случае с ЯЭУ, к катастрофе огромных масштабов, например, разрушение корпуса ядерного реактора вследствие неправильной работы систем теплоотвода.

Современное мировое судостроение заинтересовано в предотвращении подобных ситуаций, а, следовательно, поддержание чистоты рабочих сред является одной из важных и приоритетных задач, основным методом решения которой является промывка судовых систем и их отдельных частей.

Загрязнение судовых систем может быть вызвано разными причинами. Как правило, оно возникает из-за условий производства и несовершенства методов создания отдельных частей, на стадии изготовления, сборки и монтажа.

Все судовые системы разделяются на три группы очистки и на 17 классов чистоты по ГОСТ 17216–2001 с различной степенью ответственности, например, системы ВВД, гидравлики — 1 группа с самыми жесткими требованиями, 2 группа очистки — системы без дополнительной обработки и контроля, 3 группа очистки — системы без особых требований, такие как системы забортной воды.

Самыми сложными и самыми опасными являются загрязнения, возникающие на стадии монтажа, и единственным методом борьбы с ними считается гидродинамическая промывка, которой в обязательном порядке подвергаются все системы 1 группы очистки.

Несмотря на все разработки в данной области, процесс промывки требует дальнейших исследований в части ее интенсификации для уменьшения временных затрат и увеличения ее эффективности.

Существуют различные способы повышения эффективности промывки, сокращения необходимого времени:

- смена направления движения потока жидкости;
- пульсация давления и расхода промывочной жидкости;
- вибрация;
- аэрирование потока;
- метод ультразвуковой промывки.

Разные способы имеют различные ограничения в использовании. Например, пульсация давления и расхода сложна ввиду большой протяженности и разветвленности судовых трубопроводов, промывка со сменой направлений усложняется из-за необходимости дополнительного оборудования, ультразвуковая промывка может нарушить прочность соединений трубопроводов.

Таким образом, напрашивается вывод, что необходим поиск новых методов, которые имели бы плюсы нескольких способов, исключая их недостатки, или усовершенствование старых способов с целью сокращения временных и трудовых затрат.

### **Список литературы**

1. Соловьев Б.С., Константинов Е. А. Предпусковые очистки и промывки оборудования ЯЭУ. — М.: Энергоатомиздат, 1984—160 с.
2. Сапожников В. М. Монтаж и испытание гидравлических систем летательных аппаратов — М.: Машиностроение, 1979—256с.
3. Шумилов С.М., Ромашов Н. Н. Некоторые вопросы обеспечения чистоты судовых систем гидравлики. — Технология судостроения.— 1973, № 4, С. 45—49.

УДК 625

## **Обоснование выбора дорожного покрытия на транзитных участках автомобильных дорог в Республике Саха (Якутия)**

**Бурнашева Сахалина Гаврильевна**

магистрант Автодорожного факультета Северо-Восточного федерального университета им. М. К. Аммосова

*Аннотация:* Главной технической проблемой дорожной отрасли Республики Саха (Якутия) является качество дорожных покрытий. Для улучшения качества дорожных покрытий и уменьшения затрат жизненного цикла объекта недвижимости необходимо выбрать наиболее оптимальное решения строительства, капитального ремонта и эксплуатации.

**Abstract:** *The main technical problem of the road industry in the Republic of Sakha (Yakutia) is the quality of road surfaces. To improve the quality of road surfaces and reduce the life cycle costs of a property, it is necessary to choose the most optimal solutions for construction, major repairs and operation.*

**Ключевые слова:** *автомобильные дороги, цементобетонное покрытие, технико-экономическое обоснование.*

**Keywords:** *highways, cement concrete pavement, feasibility study.*

---

Целью настоящей работы является обоснование выбора дорожного покрытия на транзитных участках автомобильной дороги на основе сбора и обобщения данных о строительстве и эксплуатации автомобильных дорог, с учетом местных условий Республики Саха (Якутия).

Улучшение автомобильной сети как системообразующей инфраструктуры, имеет первостепенное значение последующего перехода республики на путь устойчивого развития. В связи с этим перед дорожниками республики стоит задача существенного повышения эффективности функционирования системы дорожной отрасли, отвечающее, условиям развития социально-экономической системы районов и республики в целом.

Особенности географического положения, уровень экономического развития, рост автомобилизации показывают, что названные выше функции на территории Республики Саха (Якутия) могут быть реализованы преимущественно автомобильным транспортом.

В настоящее время, строительство местных дорог и совершенствование транспортно-эксплуатационного состояния существующих дорожных одежд идет медленными темпами и не изменяется в качественную сторону.

Содержание местных автомобильных дорог необходимо довести до нормативного уровня, что позволит решить проблемы сохранения и улучшения качества жизни населения Республики Саха (Якутия) и транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог.

В случае транзитного прохождения автомобильных дорог общей сети по территории поселения необходимо предусматривать мероприятия по обеспечению безопасности движения пешеходов и местного транспорта, а также по выполнению экологических и санитарно-гигиенических требо-

ваний к застройке. Исходя из этого целесообразно рассматривать на транзитных участках асфальтобетонное и цементобетонное покрытие.

Сбор и обобщение данных о строительстве, ремонте и капитальном ремонту показало, что в условиях пониженных положительных и отрицательных температур воздуха традиционная технология устройства асфальтобетонных покрытий имеет ряд недостатков, к числу которых следует отнести:

- недостаточную степень сцепления между слоями из-за разрыва технологического процесса укладки асфальтобетонной смеси верхнего и нижнего слоев и, как следствие, остывания нижнего слоя;
- недостаточную степень уплотнения асфальтобетонного покрытия, из-за быстрого остывания уложенного слоя.

Укладка асфальтобетонных смесей ведется на неподготовленное и непрогретое основание, работы проводятся в снег или дождь, при сильном ветре и других неблагоприятных погодных условиях, которые в совокупности с низкими температурами окружающего воздуха значительно снижают сроки службы устраиваемых асфальтобетонных покрытий.

При анализе существующих дорог выявлено, что асфальтобетонная дорожная одежда в условиях эксплуатации в районе вечной мерзлоты уже к 5 году эксплуатации начинает набирать основные дефекты покрытия: трещины, ямы и выбоины, колеи.

Далее проведена фотосъемка на транзитных участках автомобильных дорог с цементобетонным покрытием.

Объект № 1: Улица Короленко в с. Амга Амгинского улуса Республики Саха (Якутия)».

Объект № 2: Автомобильная дорога «Борогон» в с. Борогонцы Усть-Алданского улуса (района) Республики Саха (Якутия).

По визуальному наблюдению транзитных участков Республики Саха (Якутия) с цементобетонным покрытием сделан вывод. Цементобетонные покрытия не имеют дефектов характерных для таких покрытий как: трещины (поверхностные и сквозные), шелушения, выбоины, раковины, просадки и перекосы, отколы углов и краев плит.

По изученным данным строительства транзитных участков автомобильных дорог IV категории капитального типа в центральных улусах Ре-

спублике Саха (Якутия) выявлено, что стоимость строительства дорожной одежды с асфальтобетонным покрытием составляет усредненно от 26 млн руб. за 1 км., стоимость строительства цементобетонных дорожных одежд составляет от 28 млн руб. (табл. 3.7)

В реальных условиях эксплуатации автомобильных дорог, роста интенсивности движения, воздействия неблагоприятных климатических факторов межремонтные сроки автомобильных дорог с асфальтобетонным покрытием составляют от 4 до 8 лет для текущего ремонта и 10–18 лет для капитального ремонта.

Условно, если считать, что текущий ремонт будет проводиться через 5 лет, а капитальный через 10 лет. Исходя из этого затраты на 1 км автомобильной дороги на капитальный ремонт на 10 лет эксплуатации асфальтобетонного покрытия будет равен примерно 69 млн руб., затраты на ремонт за период 20 лет составят примерно 97 млн руб. Наглядно видно, что затраты на ремонт для дорог с асфальтобетонным покрытием в 3 раза больше чем на строительство.

Как показывает практика, за 25 лет эксплуатации дорога с бетонным покрытием не требует никакого ремонта. Поэтому учитываются только затраты на строительство. Они составляют от 28 млн руб. за 1 км. Если взять капитальный ремонт с полной заменой покрытия через 10 лет после строительства. Устройство дорожной одежды составляет примерно 28 млн руб. по данным 2021 г.

Асфальтобетонное покрытие потребует гораздо меньше вложений на строительство 26 млн руб. за 1 км, но большие затраты на ремонт и капитальный ремонт, что примерно 97 млн руб. Общее количество затрат на строительство и эксплуатацию составит 173 млн руб. за 1 км. Общее количество затрат цементобетонного покрытия составит 118,3 км, что 1,5 раз экономичнее асфальтобетонного покрытия.

Строительство дорог с цементобетонным покрытием в настоящее время является более затратным в сравнении с применением асфальтобетона. Однако эти затраты окупаются в процессе эксплуатации дорог с цементобетонным покрытием. Фактические сроки службы дорожных покрытий из цементобетона в 2–3 раза дольше. В связи с этим, выбор цементобетонного покрытие на транзитных участках Республики Саха (Якутия) наиболее

выгодно. Основной задачей при строительстве дорог с цементобетонным покрытием является обеспечение требуемого качества и долговечности цементобетона.

### **Список литературы**

1. ОДМ 218.2.017–2011. Проектирование, строительство и эксплуатация автомобильных дорог с низкой интенсивностью / Министерства транспорта Российской Федерации — М.: Росавтодор, 2011.
2. Статистический ежегодник Республики Саха (Якутия). Территориальный орган федеральной службы государственной статистики по Республике Саха (Якутия). Якутск, 2019 г.
3. Гончаров М. Опять бетонка? Чем цементобетонные дороги лучше асфальтобетонных [Электронный ресурс] // За рулем. 2017. 22 апреля. URL: <https://www.zr.ru/content/articles/906374-drugoyu-dorogoj-chem-tse-mentobet/> (дата обращения: 04.05.2008).

УДК 625.8

## **Влияние коэффициента бокового расширения на деформационные характеристики однофракционных сыпучих сред**

**Корнилова Дарья Михайловна**

студентка Кузбасского государственного технического университета имени  
Т. Ф. Горбачева

Научный руководитель **Шабает Сергей Николаевич**

кандидат технических наук, доцент кафедры Автомобильных дорог и городского кадастра Кузбасского государственного технического университета имени  
Т. Ф. Горбачева

*Аннотация:* Щебень является одним из основных материалов, используемых в дорожном строительстве. Применение его сопровождается большинством строительных этапов. В основном щебень используется для строительства нижних слоёв основания

дорожных одежд, воспринимающих на себя всю нагрузку от транспортных средств и передающих её на грунт земляного полотна. Данный материал, благодаря своей зернистой среде, способен распределять напряжения по контакту между зёрнами. На данный момент не выявлено влияние коэффициента бокового давления на деформационные характеристики однофракционных сыпучих сред. Выявление данного влияния позволит установить зависимость коэффициента бокового давления от размера зёрен и выявить факторы, влияющие на коэффициент бокового расширения.

**Abstract:** Crushed stone is one of the main materials used in road construction. Its application accompanies most of the construction stages. Crushed stone is used for the construction of the lower layers of the road pavements base, which take on all the load from vehicles and transfer it to the ground of the subgrade. This material, due to its granular medium, can distribute stresses along the contact between the grains. At the moment, the influence of the lateral pressure coefficient on the deformation characteristics of single-fraction bulk media has not been revealed. Revealing this influence will allow establishing the dependence of the lateral pressure coefficient on the grain size and identifying the factors influencing the lateral expansion coefficient.

**Ключевые слова:** зернистая среда, коэффициент бокового расширения, коэффициент бокового давления, напряжение, деформационные характеристики.

**Keywords:** granular medium, coefficient of lateral expansion, coefficient of lateral pressure, stress, deformation characteristics.

.....

Коэффициентом бокового расширения грунта принято называть отношение приращения бокового давления  $\Delta\sigma_x$  (или  $\Delta\sigma_y$ ) к приращению вертикального давления  $\Delta\sigma_z$  при обязательных отсутствия боковых деформаций ( $\epsilon_x = \epsilon_y = 0$ ), то есть

$$\xi_0 = \frac{\Delta\sigma_x}{\Delta\sigma_z}, \tag{1.1}$$

при  $\epsilon_x = \epsilon_y = 0$ .

Так же предполагается, что численные значения коэффициента бокового расширения и коэффициента Пуассона можно связать соотношением

$$\xi_0 = \frac{\nu}{1-\nu}, \tag{1.2}$$

из чего следует, что величина бокового давления грунта может изменяться в диапазоне от  $0 \leq \xi_0 \leq +1$ .

В. А. Фронин принимал выражение (1.1) как коэффициент бокового давления грунта в условиях ограниченной поперечной деформации, при этом утверждая, что его не стоит определять как отношение горизонтальных нормальных напряжений к вертикальным в условиях естественного залегания грунтов. В свою очередь Н. А. Цытович, напротив, считает данное выражение коэффициентом бокового расширения грунта в состоянии покоя при сжатии неограниченного слоя грунта в естественных условиях.

Существуют два основных подхода к определению величины коэффициента бокового расширения грунта.

Первый заключается в определении через его аналитические взаимосвязи с другими параметрами при помощи формул. Второй же позволяет определить коэффициент бокового давления грунта непосредственно при проведении экспериментов.

Одним из основных материалов в дорожном строительстве является щебень. Его применение затрагивает практически все этапы строительства. Щебень, являясь зернистой средой, по сравнению со сплошной средой, обладает той особенностью, что напряжение в нём распределяется не непрерывно, а только по контактам между зёрнами. При этом вместо сплошного поля напряжений получаем некоторую непрерывную сеть напряжений, характер которой зависит от свойств и структуры зернистой среды. В теоретических исследованиях, выполненных Л. Прушке, получены графические зависимости величины коэффициента бокового давления грунта от угла внутреннего трения и корректирующие зависимости, позволяющие учесть величину удельного сцепления.

Многие отечественные и зарубежные исследователи, занимающиеся экспериментальными исследованиями вопросов, связанных с определением бокового давления грунта предположили, что коэффициент бокового давления зависит от плотности исследуемой среды. Однако, результаты их опытов значительно отличаются друг от друга. Так, например, в работах Б. Г. Мачтета, И. В. Фёдорова, М. В. Малышева с увеличением плотности увеличивается и коэффициент бокового давления, а в работах И. В. Яропольского, Г. И. Швецова, А. Бишопы, Д. Хенкеля, О. М. Резникова, Г. Г. Рахманова с увеличением плотности коэффициент бокового давления, наоборот, уменьшается.

На сегодняшний день одним из самых распространённых объектов исследования коэффициента бокового давления и коэффициента бокового расширения является песок.

На данный момент не выявлено влияние коэффициента бокового давления на деформационные характеристики однофракционных сыпучих сред. Выявление данного влияния позволит установить зависимость коэффициента бокового давления от размера зёрен и выявить факторы, влияющие на коэффициент бокового расширения.

### Список литературы

1. Анализ методов определения коэффициентов бокового давления грунта (экспериментальные методы) / А. Н. Богомолов [и др.] // Инженерные проблемы строительного материаловедения, геотехнического и дорожного строительства: материалы III Междунар. науч.-техн. конф., 10–12 апреля 2012 г., Волгоград. — Волгоград: Изд-во ВолгГАСУ, 2012. — С. 33–57.
2. Васильев, Б. Д. Основания и фундаменты / Б. Д. Васильев. — Москва; Ленинград: Госиздат по стр-ву и архитектуре, 1955.— 288 с.
3. Голубцова М. Н. О коэффициентах бокового давления песчаных грунтов / М. Н. Голубцова // Основания и фундаменты: сб. 56 НИОСП. — Москва, 1966.-С. 177–183.
4. Гольдштейн, М. Н. Механические свойства грунтов / М. Н. Гольдштейн. — Москва: Госиздат по стр-ву и архитектуре, 1952.— 259 с.
5. Оценка влияния величины коэффициента бокового давления грунта на результаты расчётов грунтовых массивов по первому предельному состоянию: автореферат дис. ... кандидата технических наук: 05.23.02 / Калиновский Сергей Андреевич; [Место защиты: Волгогр. гос. архитектурно-строит. ун-т]. — Волгоград, 2013.— 27 с.

УДК 004.94

## **Моделирование схемы управления питанием в программной среде Multisim**

**Козлов Иван Станиславович**

магистрант Дальневосточного федерального университета

***Аннотация:** Рассмотрены особенности моделирования в Multisim схемы управления питанием при помощи широтно-импульсной модуляции с применением MOSFET-транзистора.*

***Abstract:** The features of modeling power control circuits in Multisim using pulse-width modulation using a MOSFET transistor are considered.*

***Ключевые слова:** моделирование, силовой ключ, широтно-импульсная модуляция, драйвер.*

***Keywords:** simulation, power switch, pulse-width modulation, driver.*

---

Драйвер силового ключа призван обеспечить преобразование уровней напряжения и согласование низковольтной части системы управления, имеющей, как правило, однополярное питание, и высоковольтной части, к которой часто приложено двуполярное напряжение с высоким потенциалом.

Высоковольтные силовые ключи, имеющие значительные паразитные емкости, способны накапливать большие заряды в области затвора. Для рассасывания или накопления такого заряда необходимы большие входные токи драйвера, которые будут обеспечивать переключение транзисторов.

Драйверы силовых ключей оснащены механизмами защиты как самого драйвера, так и управляемых ключей. Это позволяет выполнять формирование выходных управляющих сигналов согласно определенным алгоритмам, чтобы предотвратить выход системы из строя в аварийной ситуации.

Применение силовых ключей напрямую связано с ШИМ (широтно-импульсной модуляцией), которая может использоваться, например, при регулировке яркости ламп. Силовой ключ задает мощность, подаваемую на схему управления ШИМ, что приводит к изменению силы тока в цепи нагрузки.

В данной схеме, представлена на рисунке 1 используется оптический драйвер для подачи необходимого напряжения на затвор полевого тран-

зистора и осуществления гальванической развязки между силовой частью и микроконтроллером. Оптическая изоляция также имеет низкие задержки при переключении, соответственно, высокое быстродействие. Время задержки лежит в пределах от 0,15 мс до 0,5 мкс. Данные свойства необходимы для качественной работы ШИМ контроллера.

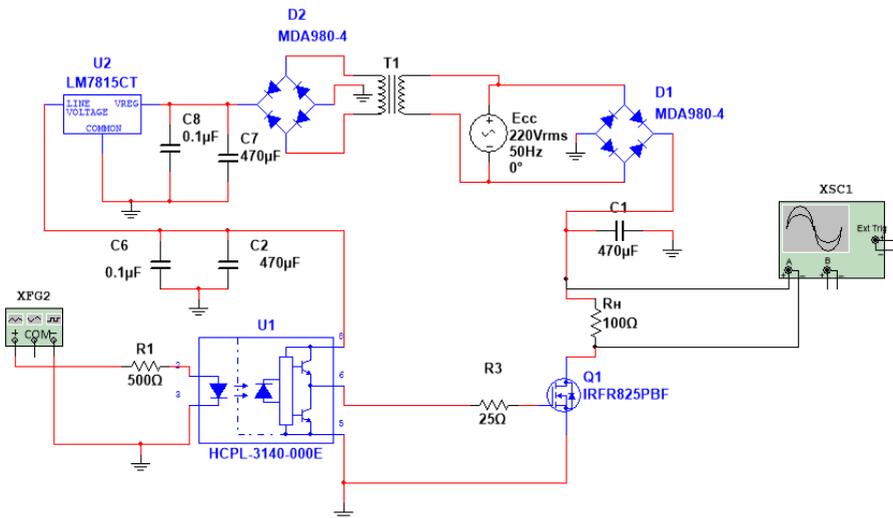


Рисунок 1. Схема управления питанием

Питание драйвера, выполненного на полевом транзисторе, осуществляется при помощи сетевого трансформатора с коэффициентом трансформации (1):

$$K_{np} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{15}{311} = 0.048; \tag{1}$$

Напряжения с выходных обмоток трансформатора выпрямляются диодными мостами. Далее выпрямленные напряжения поступают на интегральные стабилизаторы, включенные по типовым схемам: на входах и выходах стабилизаторов присутствуют как электролитические конденсаторы большой емкости, так и керамические, предназначенные для сглаживания высокочастотных пульсаций. Интегральный стабилизатор понижает вход-

ное напряжение до требуемого уровня и обеспечивает его постоянство, зависящее от коэффициента стабилизации.

Для питания модуля связи и управляющей схемы (контроллера) требуется напряжение питания 3,3 В. Для питания драйвера требуется 15 В.

Для защиты входа от перенапряжения в цепи питания оптического драйвера используется стабилитрон, который на выходе даёт стабильное напряжение +15,6 В, осциллограмма которого представлена на рисунке 2.

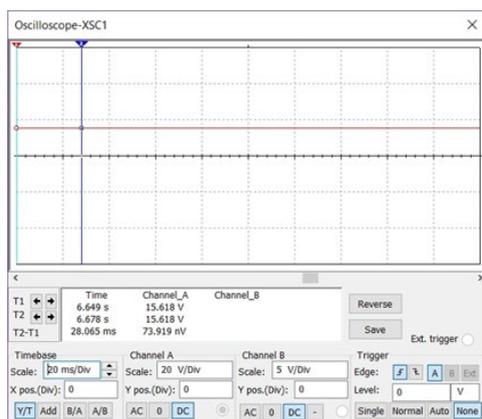


Рисунок 2. Осциллограмма напряжения питания

Входной сигнал к драйверу поступает от функционального генератора, амплитуда сигнала составляет  $U_{вх} = 3,3$  В. Сопротивление резистора  $R_1$  определяется по формуле (2).

$$R_1 = \frac{U_{вх} - U_{д}}{I_{д}} = \frac{3,3 - 1,6}{0,01} = 170 \text{ Ом}; \quad (2)$$

Так как MOSFET транзисторы обладают высокой емкостью на затворе, при его открытии может возникнуть бросок зарядного тока, поэтому для ограничения данного тока необходимо поставить резистор  $R_3$  в цепь затвора.  $R_3$  выбирается невысокого номинала, чтобы не увеличивать время переключения транзистора, для данного транзистора его типовое значение равно 25 Ом.

Для сглаживания сетевого напряжения, в цепи питания ключа, используется конденсатор  $C_1$ , его емкость рассчитывается по формуле (3). Ток нагрузки при заданной мощности нагрузки не более 100 Вт.

$$C_1 = \frac{I_n}{2 \cdot 3,14 \cdot U_c \cdot f \cdot K_n} = \frac{0,455}{220 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 0,01} = 470_{\text{мкФ}}, \quad (3)$$

### Список литературы

1. Лебедев А. И. Физика полупроводниковых приборов. — М.: ФИЗМАТ-ЛИТ, 2008.— 488 с. — ISBN 978–5–9221–0995–6.
2. Импульсные источники питания. Теоретические основы проектирования и руководство по практическому применению / Р. Мэк пер. с англ. — М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2008.— 272с.

УДК 621.375.132

## **GaN МИС усилителя с распределенным усилением**

**Салих Аятулла**

*студент магистратуры кафедры Телекоммуникаций и основ радиоэлектроники  
Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники*

**Кудабай Ержан**

*студент магистратуры кафедры Телекоммуникаций и основ радиоэлектроники  
Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники*

**Дмитриев Владимир Дмитриевич**

*кандидат технических наук, доцент кафедры Телекоммуникаций и основ  
радиоэлектроники Томского государственного университета систем управления  
и радиоэлектроники*

*Аннотация: Публикация посвящена разработке монолитной интегральной схемы (МИС) усилителя с распределенным усилением (УРУ) на диапазоне частот 1–15 ГГц на основе нитрид-галлиевого (GaN) транзистора с повышенной подвижностью элек-*

тронов (HEMT) с длиной затвора 100 нм на полуизолирующей кремниевой подложке (Si) в САПР AWR Design Environment 14. Технология нитрида-галлия (GaN) привлекла к себе внимание разработчиков своими мощностными характеристиками в широком диапазоне частот от постоянного тока до сотен гигагерц, а также своими шумовыми характеристиками. В статье представлены исследование ограничения по полосе частот и результаты моделирования в САПР. Спроектированный усилитель распределенного усиления с пятью ячейками усиления имеет площадь  $2.6 \times 1.9$  мм<sup>2</sup>, выполнен на основе технологии D0IGH французской компании OMMIC. Полоса рабочих частот 1–15 ГГц, минимальный коэффициент усиления во всей полосе частот более 14 дБ, возвратные потери по входу/выходу не более –10 дБ.

**Abstract:** The publication is devoted to the development of a monolithic integrated circuit (MIC) of a distributed amplifier (DA) in the frequency range of 1–15 GHz based on a gallium nitride (GaN) high electron mobility transistor (HEMT) with a gate length of 100 nm on a semi-insulating silicon substrate (Si) in AWR Design Environment 14 CAD. Gallium nitride (GaN) technology has attracted the attention of developers for its power characteristics in a wide frequency range from DC to hundreds of gigahertz, as well as for its noise characteristics. This article presents a study of bandwidth limitation and CAD simulation results. The designed distributed amplifier with five amplification cells has an area of  $2.6 \times 1.9$  mm<sup>2</sup>, based on the D0IGH technology of the OMMIC French company. The operating frequency band is 1–15 GHz, the minimum gain in the entire frequency band is more than 14 dB, the return loss at the input/output is no more than –10 dB.

**Ключевые слова:** монолитная интегральная схема, усилитель с распределенным усилением, нитрид-галлия, коэффициент передачи по мощности, оптимальное количество транзисторов.

**Keywords:** monolithic integrated circuit, amplifier with distributed gain, gallium nitride, power transmission coefficient, optimal number of transistors.

## Введение

Нитрид-галлия (GaN) полупроводник с широкой запрещенной зоной (3,5 эВ) соответственно имеет высокое электрическое поле пробоя (350 В/мкм) и высокую скорость насыщения электронов ( $2.7 \times 10^7$  см/с) [5]. Таким образом монолитная интегральная схема, основанная на нитрид-галлиевом (GaN) транзисторе с высокой подвижностью электронов (HEMT), демонстрирует хорошие характеристики по мощности в диапазоне от постоянного тока до 100 ГГц [1]. Исследования нитрида-галлия (GaN) пока-

зали, что технология имеет низкий уровень коэффициента шума и может выдерживать более высокие уровни входной мощности на единицу площади, чем арсенид галлия (GaAs) [2].

Широкополосные СВЧ-усилители являются одними из ключевых устройств, которые используются в электронном оборудовании, радарах, высокоскоростной волоконно-оптической связи и широкополосных измерительных системах [5]. Благодаря достижениям в компонентах интегральных схем и в процессе их производства, усилители распределенного усиления открыли новые применения широкополосного усилителя. На миллиметровых частотах широкополосный усилитель используется в нескольких приложениях, таких как радиолокация, космическая радиометрия, оптоэлектроника, высокочастотные приемопередатчики, диагностика плазмы, сверхбыстрые измерительные системы и системы защиты. Основное требование этих приложений — усиление коротких импульсов или реализация высокой скорости передачи данных [4].

## **Принцип работы УРУ**

Распределенный усилитель использует несколько иной подход к широкополосному усилению. В отличие от обычного каскадного или балансного усилителя транзисторы расположены параллельно. Входная и выходная емкости транзисторов так называемые паразитные компенсируются искусственными линиями передачи (LC-фильтры) (см. рис. 1). Такая структура позволяет избежать от некоторых ограничений в полосе частот.

Для одиночного транзистора произведение коэффициента усиления на полосу пропускания в основном фиксировано. При удвоении ширины транзистора его коэффициент усиления увеличивается вдвое, но его полоса пропускания уменьшается вдвое из-за увеличения паразитной емкости. В распределенном усилителе количество ячеек усиления можно увеличить вдвое, удвоив усиление, но без ухудшения полосы пропускания. Это связано с тем, что паразитные емкости различных ячеек усиления не объединяются вместе, а разделены секциями линии передачи. Хотя на полосу пропускания это не влияет, время, необходимое для распространения сигнала от входа к выходу, увеличивается. Кроме того,

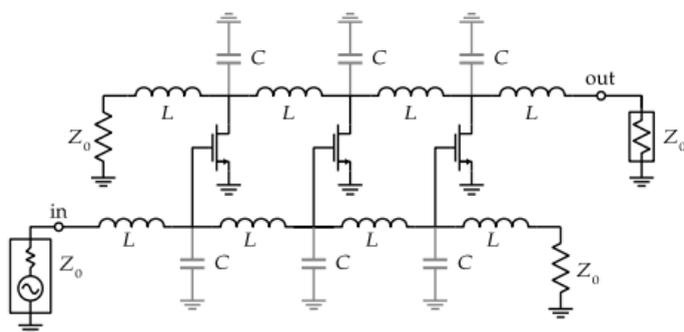


Рисунок 1. Трехэлементный распределенный усилитель

из-за того, что источник и нагрузка подключаются к оконечным линиям передачи, распределенному усилителю присуще отличное широкополосное согласование. Наконец, обратите внимание, что количество ячеек усиления не может увеличиваться бесконечно из-за потерь в линиях передачи [1].

По мере того, как входной сигнал проходит по входной линии передачи (линии затвора), он последовательно возбуждает ячейки усиления, каждая из которых вводит ток в линию передачи выхода (стока). Этот ток делится поровну на левую и правую части. Если задержки между ячейками усиления в линии стока совпадают с задержками в линии затвора, правые токи, протекающие в нагрузку, складываются по фазе. Левые токи суммируются некогерентно и утилизируются в левом оконечном резисторе. Это показывает фундаментальную слабость распределенного усилителя; половина выходного тока теряется, что серьезно влияет на его эффективность. Это означает, что для сопоставимого произведения коэффициента усиления и ширины полосы распределенный усилитель потребляет больше энергии, чем другие схемы широкополосного усилителя. Вторым недостатком распределенного усилителя является потребность в большой площади из-за большого количества индуктивностей, необходимых для реализации лестничных цепей LC-фильтров.

Шумовые характеристики распределенного усилителя нелегко сопоставить с характеристиками усилителей других топологий. Вблизи посто-

янного тока минимальный коэффициент шума ограничен примерно 3 дБ из-за нагрузочного резистора входной линии. На более высоких частотах коэффициент шума не ограничивается нижней границей 3 дБ [2].

### Расчет оптимального количества усилительных ячеек

Поскольку периферия транзистора известна (160 мкм) можно определить оптимальное количество транзисторов для разработки УРУ. Рассмотрим ограничения по частоте. Из выражения 1 известно, что:

$$(R_{зи} + R_з) \cdot \omega^2 \cdot C_{зи}^2 \cdot Z_0 \cdot n \leq 2 \tag{1}$$

где  $n$  — число транзисторов,  $Z_0$ —50 Ом,  $\omega$  — граничная частота 15 ГГц,  $C_{зи}$  — емкость затвор истока 0.3 пФ, сумма сопротивлений  $R_{зи}$  и  $R_з$  равна 9 Ом. откуда:

$$n \leq \frac{2}{(R_{зи} + R_з) \cdot \omega^2 \cdot C_{зи}^2 \cdot Z_0} = 5.4 \tag{2}$$

Таким образом из выражения 2 можно сказать, что для данного полевого транзистора оптимальное количество транзисторов составляет 5.

Рабочие характеристики усилителя бегущей волны были исследованы в расчетном диапазоне частот 1–15 ГГц в зависимости от параметров полевого транзистора количества ячеек  $n$ .

Как говорилось ранее существует оптимальное количество транзисторов; при превышении оптимального количества дальнейший рост коэффициента усиления незначителен, что говорит о неэффективности простого наращивания усилительных ячеек. Также стоит сказать, что из-за влияния  $C_{зи}$  все же коэффициент усиления уменьшается на высоких частотах, однако спад происходит на более высоких частотах по сравнению с традиционными схемами. На рисунке 2 представлена зависимость коэффициента передачи от количества транзисторов схеме УРУ.

Из графика 2 отчетливо видно, что при увеличении количества транзисторов применяемых в схеме УРУ рост коэффициента усиления становится все меньше с каждым транзистором, а также при этом рабочая полоса частот уменьшается.

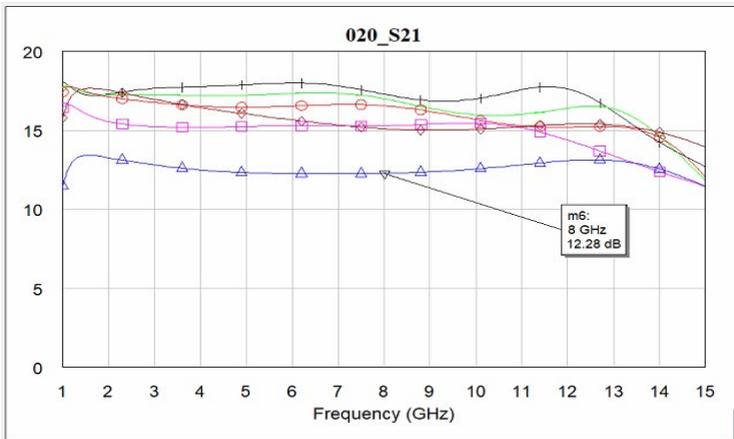


Рисунок 2. Зависимость коэффициента передачи от количества транзисторов схеме УРУ с 4 транзисторами (отличительная черта  $\Delta$ ), 5 транзисторами (отличительная черта  $\square$ ), 6 транзисторами (отличительная черта  $\circ$ ), 7 транзисторами (отличительная черта  $\nabla$ ), 8 транзисторами (отличительная черта  $\diamond$ ) и 9 транзисторами (отличительная черта  $\text{I}$ )

## Результаты моделирования

Как было определено ранее оптимальным количеством для проектирования УРУ на выбранном нитрид галлиевом полевом транзисторе будет 5.

Частотные зависимости коэффициента усиления ( $S_{21}$ ) не менее 14 дБ с коэффициента отражения по входу и выходу ( $S_{11}$  и  $S_{22}$ ) не более  $-10$  дБ. На рисунке 4 представлены  $S$  — параметры схемы на основе идеальных LC элементов.

## Разработка топологии УРУ

Топология — это набор слоёв диэлектриков и проводников на пластине, которые в совокупности составляют усилитель. Проектирование топологии — это преобразование электрической схемы в описание послойной реализации схемных компонентов (транзисторов, конденсаторов, резисторов) в общей многослойной интегральной структуре. При разработке топологии МИС необходимо эффективно использовать площадь кри-

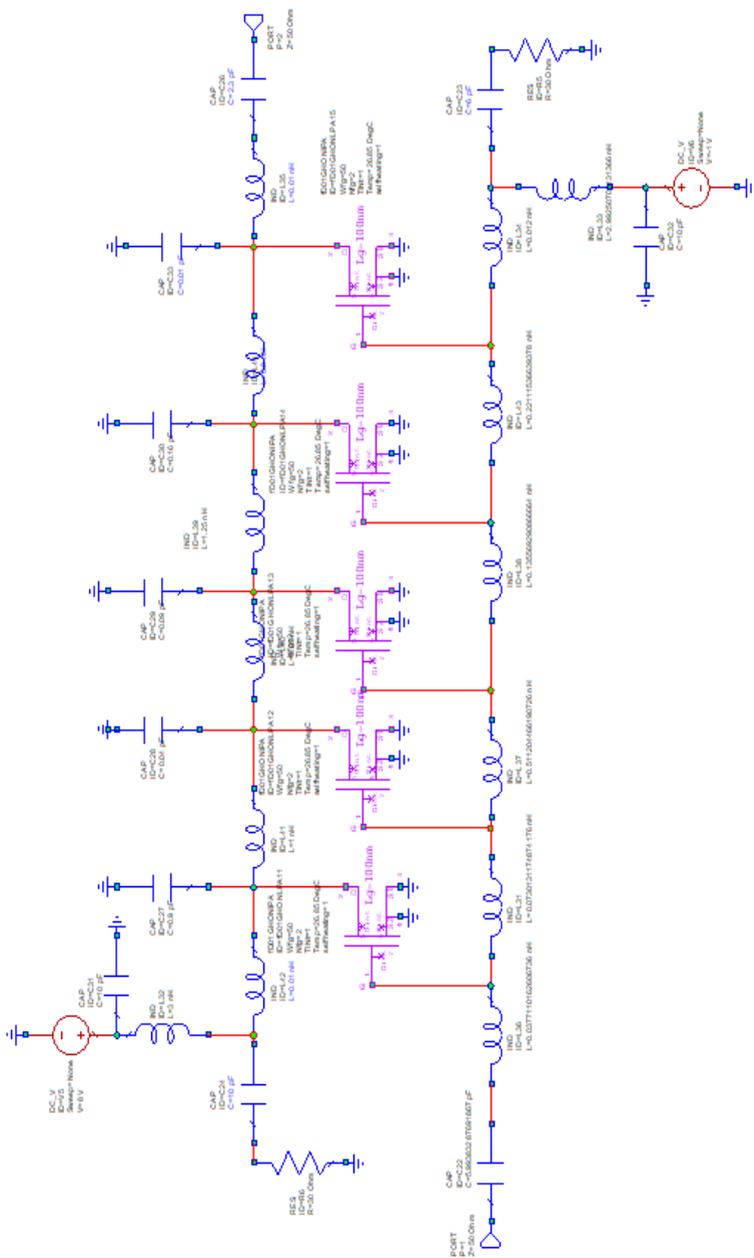
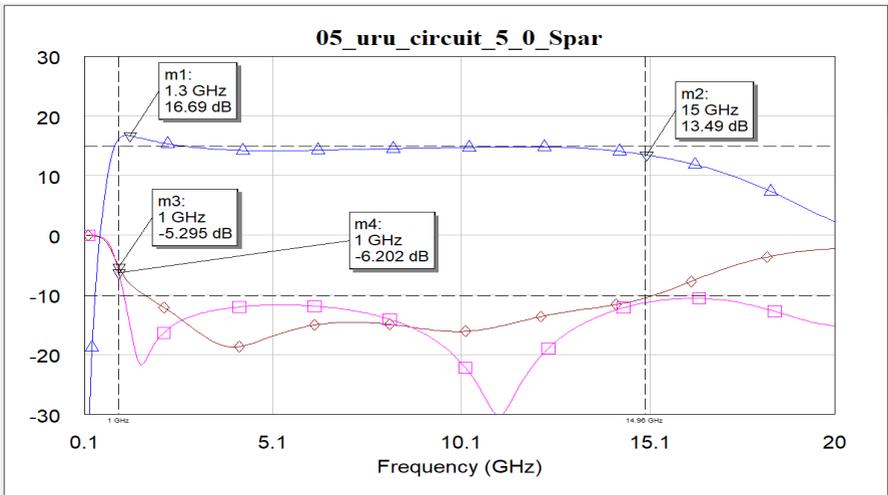


Рисунок 3. Схема УРУ на основе идеальных LC элементов



**Рисунок 4. Рисунок 7.2 – Коэффициент усиления (S21 отличительная черта  $\Delta$ ), коэффициент отражения по входу (S11 отличительная черта  $\square$ ), коэффициент отражения по выходу (S22 отличительная черта  $\diamond$ )**

стала, минимизировать суммарную длину разводки и число пересечений в ней. Это позволит увеличить производительность, снизить материалоемкость и повысить выход годных МИС. На рисунке 5 представлены итоговые S — параметры топологии.

На рисунке 6 представлена топология разработанного УРУ.

Результурующая схема с микрополосковой реализацией, как упомянуто выше, изображена на рис. 6. На рисунках 5 показаны S — параметры топологии. Результаты топологического проектирования приемлемы для всей частоты. Результат показал разумное согласие с идеальным результатом. Катушки индуктивности, полученные в результате оптимизации, реализованы с помощью микрополосковой линии передачи. Кроме того, при преобразовании также учитываются затухание в линии и характеристический импеданс. Как задано по техническому заданию коэффициент усиления (S21) составил более 14 дБ, коэффициенты отражения достигли значения меньше  $-10$  дБ, кроме нижней границы полосы. В дальнейшем эта проблема будет устранена.

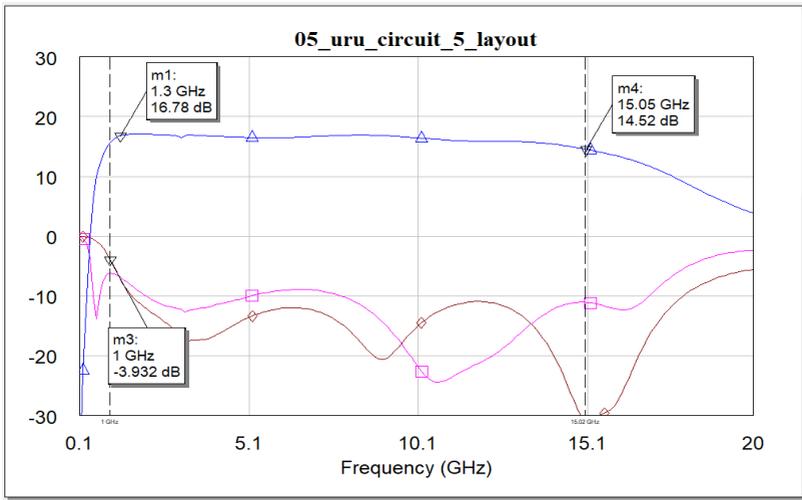


Рисунок 5. Коэффициент усиления (S21 отличительная черта  $\Delta$ ), коэффициент отражения по входу (S11 отличительная черта  $\square$ ), коэффициент отражения по выходу (S22 отличительная черта  $\diamond$ )

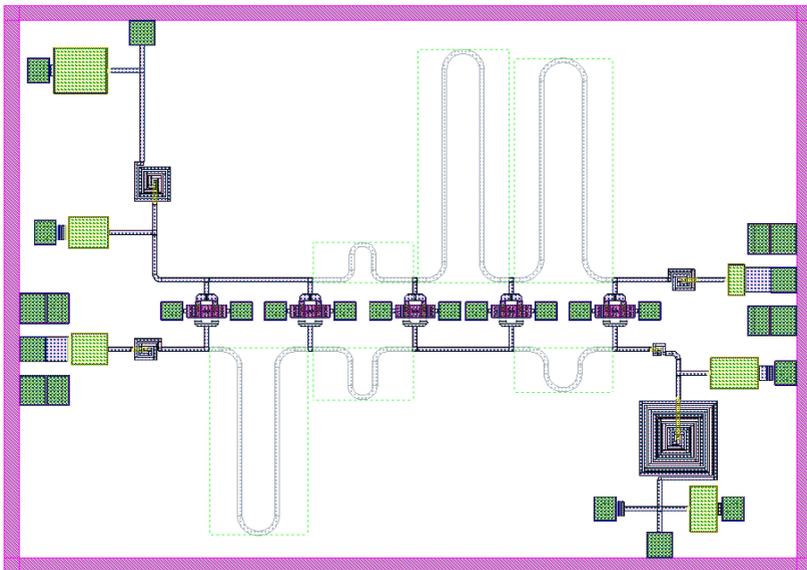


Рисунок 6. Топология усилителя 2600 x 1900 мкм

Помимо приведенных графиков ниже приведен расчет выходной мощности при сжатии на 1 дБ, которая в рабочей полосе составила более 20 дБм (см. Рис 7).

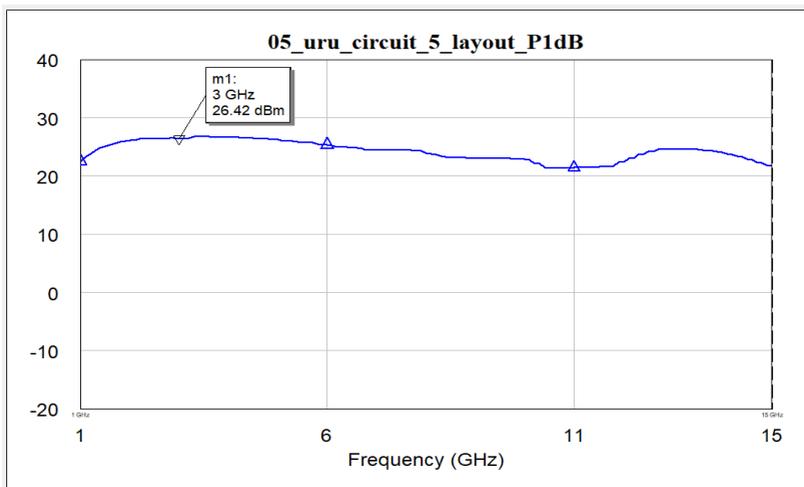


Рисунок 7. Выходная мощность с компрессией на 1 дБ (отличительная черта  $\Delta$ ) и коэффициент усиления по мощности (отличительная черта  $\square$ )

На выше приведены графики выходной мощности и коэффициента усиления. Уровень выходной мощности с компрессией на 1 дБ составил в максимуме составил 26 дБм, а уровень коэффициента усиления 15 дБ.

## Заключение

Разработан распределенный усилитель. Он обеспечивает усиление 14–16 дБ в диапазоне 1–15 ГГц с отражениями на входе и выходе ниже –10 дБ и –9 дБ соответственно, при этом одна ячейка усиления потребляет 52 мА от источника питания 8 В и используется транзистор с периферией 160 мкм. В этой работе изучалось влияние на высокочастотные характеристики полевых транзисторов. Было определено оптимальное количество транзисторов для проектирования УРУ. Из рисунка 5.15 определенно видно, что схема их 5 ячеек усиления (5 транзисторов) показывают луч-

шие результаты относительно других вариантов. Было обнаружено, что высокочастотное усиление усилителя падает при увеличении количества используемых транзисторов, а также с каждым транзистором усиление растет все меньше. Модель усилителя разрабатывалась с использованием опубликованных экспериментальных результатов аналогичных устройств.

### Список литературы

1. Балакирев А., Туркин А. «Развитие технологии нитрида галлия и перспективы его применения в СВЧ-электронике» // Современная электроника. 2015. № 4. С. 28–32.
2. О. В. Алексеев «Усилители мощности с распределенным усилением» — «Энергия» Ленинградское отделение 1968 г., (дата обращения 17.01.2021).
3. А. А. Кишинский — «Сверхширокополосные твердотельные усилители мощности СВЧ диапазона: схемотехника, конструкции, технологии» — АО «Микроволновые системы» [Электронный ресурс] <https://mwelectronics.etu.ru/assets/files/2018/p4.pdf>.
4. Кишинский А. А. Твердотельные СВЧ усилители мощности на нитриде галлия — состояние и перспективы развития. Материалы 19-й Крымской международной конференции «СВЧ техника и телекоммуникационные технологии». Севастополь, Вебер, 2009. С. 12–16.
5. «Силовые GaN-транзисторы: преимущества, рекомендации по использованию». [Электронный ресурс] <https://mwelectronics.etu.ru/assets/files/2018/p4.pdf>.

УДК 621

## **Эволюция научно-технической деятельности в атомной энергетике в период с 2010 по 2020 гг. на примере конференций «Global» and «Top Fuel»**

**Арапов Михаил Сергеевич**

студент магистратуры Института международных отношений  
Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ»

***Аннотация:** Цель магистерской диссертации заключается в анализе научно-технической деятельности в сфере атомной энергетике, выявлении основного вектора развития начальной стадии ядерного топливного цикла (ЯТЦ) и основных видов толерантного ядерного топлива на основе материалов конференций «Global» и «Top Fuel». Проведен анализ тематик выбранных конференций с использованием программного обеспечения для выявления наиболее популярных направлений в сфере НС ЯТЦ и в особенности в развитии толерантного топлива. По итогам проведенного анализа выявлено, что наиболее популярным направлением докладов является тематика толерантного топлива.*

***Abstract:** The purpose of the master's thesis is to analyze scientific and technical activities in the field of nuclear energy, to identify the main vector of development of the initial stage of the nuclear fuel cycle (NFC) and the main types of tolerant nuclear fuel based on the materials of the "Global" and "Top Fuel" conferences. The analysis of the topics of the selected conferences was carried out with the use of software to identify the most popular directions in the field of the front-end of NFC and, in particular, in the development of tolerant fuel. Based on the results of the analysis, it was revealed that the topic of tolerant fuel is the most popular area of reports.*

***Ключевые слова:** атомная энергетика, толерантное топливо, ядерный топливный цикл.*

***Keywords:** nuclear power, tolerant fuel, nuclear fuel cycle.*

---

Одно из ключевых направлений развития конструкций топлива — создание толерантного к авариям топлива. Целью внедрения такого топлива является повышение безопасности эксплуатации АЭС. После аварии в марте 2011 года на АЭС «Фукусима» по всему миру были проведены стресс-тесты и запущена глобальная программа по разработке комплекса мер для повышения безопасности эксплуатации АЭС. Именно авария на «Фукусиме» послужила сигналом к активизации НИР по разработке оболочек и то-

плива, устойчивого к авариям. Все ключевые производители ЯТ, начиная примерно с 2012 года, интенсивно работают над созданием толерантного топлива. В рамках каждой программы разработаны краткосрочные и долгосрочные мероприятия. В качестве краткосрочного (от года до 10 лет) рассматривается разработка новых покрытий, а в долгосрочной перспективе — замена циркония альтернативными материалами.

Краткосрочные решения в основном предусматривают нанесение хромового покрытия на существующие сплавы. Также разрабатываются Fe-Cr-Al покрытия — это сплав железа, хрома и алюминия с различными легирующими добавками.

Долгосрочные решения рассматривают замену циркония материалами, полностью исключаящими пароциркониевую реакцию. Это сплавы на основе железа, керамики, карбид кремния.

Наибольший рост интереса выявлен к тематике толерантного к авариям топлива. Это обусловлено прежде всего необходимостью избежать аварий, подобных той, что произошла на АЭС Фукусима, обеспечить максимальную безопасность атомной энергетики в целом. Тематика ATF за рассматриваемую декаду выросла с 0 докладов в 2010 до практически до 1/3 представляемых докладов в 2019 году.

Результаты проведенной работы позволяют утверждать, что среди направлений развития толерантного топлива наиболее часто рассматриваемым и представляемым на конференциях является оболочка из карбида кремния SiC, количество докладов по которой продолжает стабильно расти, начиная с 2013 года. Подтверждением данного утверждения является так же тот факт, что исследования и тестирования данного вида толерантного топлива ведутся такими компаниями как Westinghouse, Framatome, АО «ТВЭЛ» а также ведущими национальными лабораториями. Несмотря на это компания GNF, которая специализируется на работе с реакторами типа BWR в первую очередь делает ставку на образце толерантного топлива, в котором используется сплав фехраля FeCrAl для оболочки твэла.

### Список литературы

1. Top fuel 2012. Transactions.

2. Global Scenarios for Demand and Supply Availability 2019–2040 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.world-nuclear.org/our-association/publications/global-trends-reports/nuclear-fuel-report.aspx>.
3. The Power Reactor Information System [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://pris.iaea.org/PRIS/home.aspx>.
4. Миру нужен атом / Вестник атомпрома. — № 2. — 2021. — С. 56–57.
5. LWR Fuel Performance Meeting / Top Fuel / WRFPM 2010. — Orlando, Florida, USA. — 26–29 September 2010.
6. Global Top Fuel [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://global-topfuel.ans.org>.
7. TopFuel 2021. — Santander, Spain. — 24–28 October 2021 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.euronuclear.org/topfuel2021>.
8. Framatome [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.framatome.com/EN/businessnews-240/framatome-news.html>.
9. Вестник Атомпрома, № 3, 2021.

## **ПРИГЛАШАЕМ АВТОРОВ!**

Журнал «Научный аспект №3 2021»  
Свидетельство ПИ № ФС 77-48432, ISSN 2226-5694

Прием статей в номер: до 24 сентября 2021 г.

Верстка выпуска: с 27 сентября по 4 октября

Печать выпуска: с 5 по по 15 октября

Отправка данных в РИНЦ: с 5 по по 15 октября

Рассылка авторских экземпляров: с 18 по 20 октября

Эл. почта редакции: [public@na-journal.ru](mailto:public@na-journal.ru)

Подробнее на сайте <http://na-journal.ru>