



**СибАК**  
www.sibac.info

ISSN 2310-4066

**ХСІІІ СТУДЕНЧЕСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

**№9(92)**



**НАУЧНОЕ СООБЩЕСТВО  
СТУДЕНТОВ ХХІ СТОЛЕТИЯ.  
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

г. НОВОСИБИРСК, 2020



# НАУЧНОЕ СООБЩЕСТВО СТУДЕНТОВ XXI СТОЛЕТИЯ. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

*Электронный сборник статей по материалам XIII студенческой  
международной научно-практической конференции*

№ 9 (92)  
Сентябрь 2020 г.

Издается с Октября 2012 года

Новосибирск  
2020

УДК 62  
ББК 30  
Н34

Председатель редколлегии:

**Дмитриева Наталья Витальевна** – д-р психол. наук, канд. мед. наук, проф., академик Международной академии наук педагогического образования, врач-психотерапевт, член профессиональной психотерапевтической лиги.

Редакционная коллегия:

**Ахмеднабиев Расул Магомедович** – канд. техн. наук, доц. Полтавского национального технического университета им. Ю. Кондратюка;

**Ахметов Сайранбек Махсумович** – д-р техн. наук, проф., академик Национальной инженерной академии РК и РАЕН, профессор кафедры «Механика» Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева, руководитель Казахского отделения (г. Астана) международной научной школы устойчивого развития им. ак. П.Г. Кузнецова;

**Елисеев Дмитрий Викторович** – канд. техн. наук, доцент, бизнес-консультант Академии менеджмента и рынка, ведущий консультант по стратегии и бизнес-процессам, «Консалтинговая фирма «Партнеры и Боровков».

**Н34 «Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки»:**  
Электронный сборник статей по материалам ХСШ студенческой международной научно-практической конференции. – Новосибирск: Изд. ООО «СибАК». – 2020. – № 9(92) / [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <https://sibac.info/archive/technic/9%2892%29.pdf>

Электронный сборник статей по материалам ХСШ студенческой международной научно-практической конференции «Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки» отражает результаты научных исследований, проведенных представителями различных школ и направлений современной науки.

Данное издание будет полезно магистрам, студентам, исследователям и всем интересующимся актуальным состоянием и тенденциями развития современной науки.

Статьи сборника «Научное сообщество студентов. Технические науки» размещаются на сайте научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU.

ББК 30

ISSN 2310-4066

© ООО «СибАК», 2020 г.

## **Оглавление**

<b>Секция «Информационные технологии»</b>	<b>5</b>
АЛГОРИТМЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ НА ПЛАТФОРМЕ CREATIO (BPM`ONLINE) Литвинко Павел Петрович	5
ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК ВЕКТОР РАЗВИТИЯ ОБЩЕМИРОВЫХ ТЕНДЕНЦИЙ Якимчук Антон Александрович	10
ОСОБЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ VR И AR ТЕХНОЛОГИЙ Якимчук Антон Александрович	15
<b>Секция «Радиотехника, электроника»</b>	<b>20</b>
АНАЛИЗ ФИЛЬТРА ПРОСТРАНСТВЕННО– ДОПЛЕРОВСКОЙ ОБРАБОТКИ С УПРАВЛЕНИЕМ ОТ ЦИФРОВЫХ КАРТ ПОМЕХ ДЛЯ ПОСАДОЧНОЙ РЛС Пушнякова Елизавета Владимировна Синицын Владимир Александрович	20
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВОБУЛИЦИИ ПЕРИОДА ПОВТОРЕНИЯ ЗОНДИРУЮЩЕГО СИГНАЛА НА КОЭФФИЦИЕНТ УЛУЧШЕНИЯ СИСТЕМЫ СДЦ РЛС Пушнякова Елизавета Владимировна Синицын Владимир Александрович	26
АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ КОЛЕБАНИЙ НА РАБОТУ ИНВЕРТОРА Соболев Вячеслав Сергеевич	31
<b>Секция «Технологии»</b>	<b>35</b>
О ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБНАРУЖЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ Новоселова Инна Сергеевна	35
<b>Секция «Транспортные коммуникации»</b>	<b>38</b>
АВТОМАТИЗАЦИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПЕРЕВОЗОК Шапоренкова Екатерина Владимировна Анистратов Артем Викторович	38
<b>Секция «Энергетика»</b>	<b>42</b>
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ ОБЪЕКТОВ МАШИНОСТРОЕНИЯ Бекларян Анастасия Сергеевна	42

ВНЕДРЕНИЕ «ЗЕЛеноЙ» ЭНЕРГЕТИКИ  
НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ  
Иванская Диана Алексеевна  
Яловой Валерий Яковлевич

48

# СЕКЦИЯ

## «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

### АЛГОРИТМЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ НА ПЛАТФОРМЕ CREATIO (BPM ONLINE)

*Литвинко Павел Петрович*

*магистрант; факультет компьютерного проектирования,  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники,  
Республика Беларусь, г. Минск  
E-mail: [fallen350@gmail.com](mailto:fallen350@gmail.com)*

Цель проекта: исследование аналогов на рынке и реализация необходимого функционала, который устранил минусы аналогов, а также реализовать функциональность возможности внедрения во внутренние бизнес-процессы компаний. Объект разработки - CRM система на базе платформы Bpm`online.

Платформа bpm`online – это:

1. многоуровневая SaaS архитектура;
2. сервис-ориентированная архитектура;
3. современные web-технологии;
4. визуальный дизайнер процессов;
5. инструменты для быстрой и легкой адаптации приложений;
6. интерактивный пользовательский интерфейс;
7. безопасность на всех уровнях;
8. промышленные СУБД;
9. простота масштабирования и обновлений.

Модель SaaS (Software as a Service - программное обеспечение как услуга) - представляет собой систему продаж ПО, при которой, каждый пользователь имеет доступ к данному ПО посредством сети интернет. Данная архитектура поддерживает режим множественной аренды, что позволяет каждому пользователю иметь собственную настроенную под него версию приложения, в то время как само приложение находится в дата-центре.

Сервис-ориентированная архитектура (Service-oriented architecture, SOA) bpm'online - архитектура, базирующаяся на службах. Суть данной архитектуры в том, что связываются сервисы, для построения приложения, а не написание нового программного кода. За счет этого, компании могут оперативно и своевременно реагировать на изменения рыночных условий и гибко настраивать используемое ПО, что исключает разработку нового приложения.

Используются такие web-технологии как HTML, AJAX, Silverlight. Языком программирования является .Net для серверной части приложения и JavaScript для клиентской части.

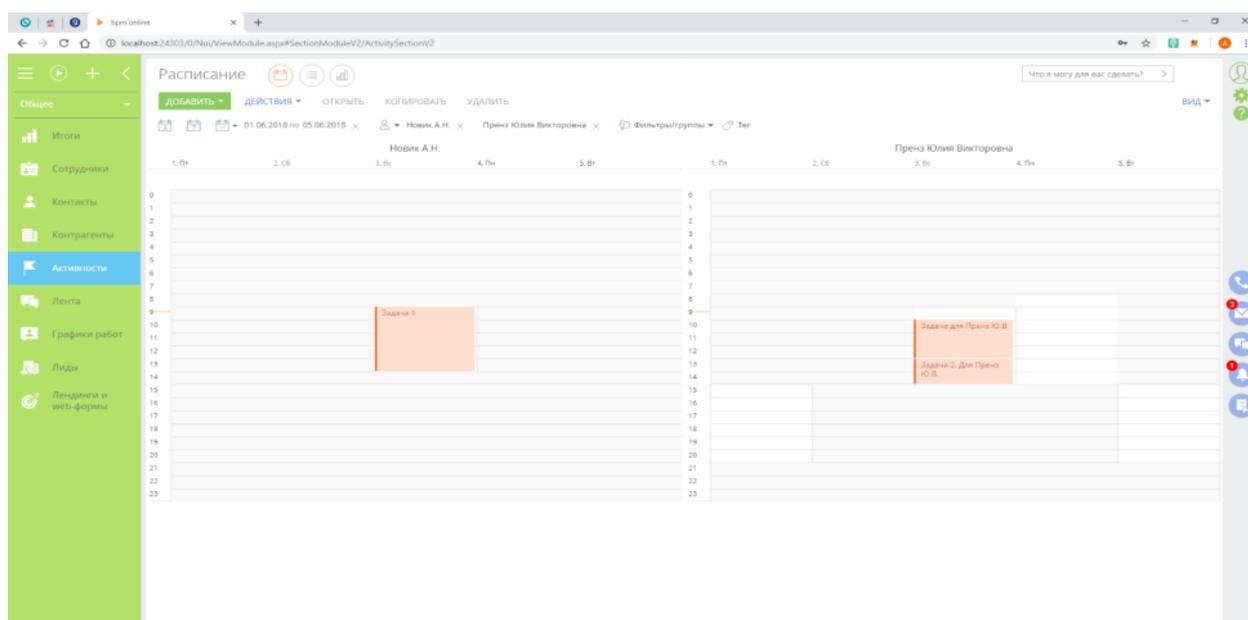
Основой платформы bpm'online являются бизнес-процессы. Они служат для того, чтобы каждый клиент, мог самостоятельно, без привлечения разработчиков реализовать новый функционал, изменить пользовательский интерфейс, автоматизировать задачи. Бизнес-процессы содержат в себе набор элементов, которые реализуют необходимую бизнес-логику в приложении. Моделирование бизнес-процесса происходит в графическом редакторе для последующего выполнения в системе. Построенные процессы построены по нотации BPMN, что наглядно и удобно как для аналитиков, менеджеров так и для пользователей.

Программный модуль реализован в виде пакета, который расширяет стандартную функциональность Bpm'online, благодаря пакетной разработке, для его установки не требуется привлечения разработчиков, достаточно зайти в раздел “Установка и удаление приложений” и добавить реализованный пакет, который автоматически установится. Пакет состоит из клиентских модулей полностью реализованных на JavaScript, а также из объектов, которые физически являются таблицами в базе данных. Данные объекты отображаются в системе как детали, путем реализации для них “Схемы карточки” и “Схемы детали”.

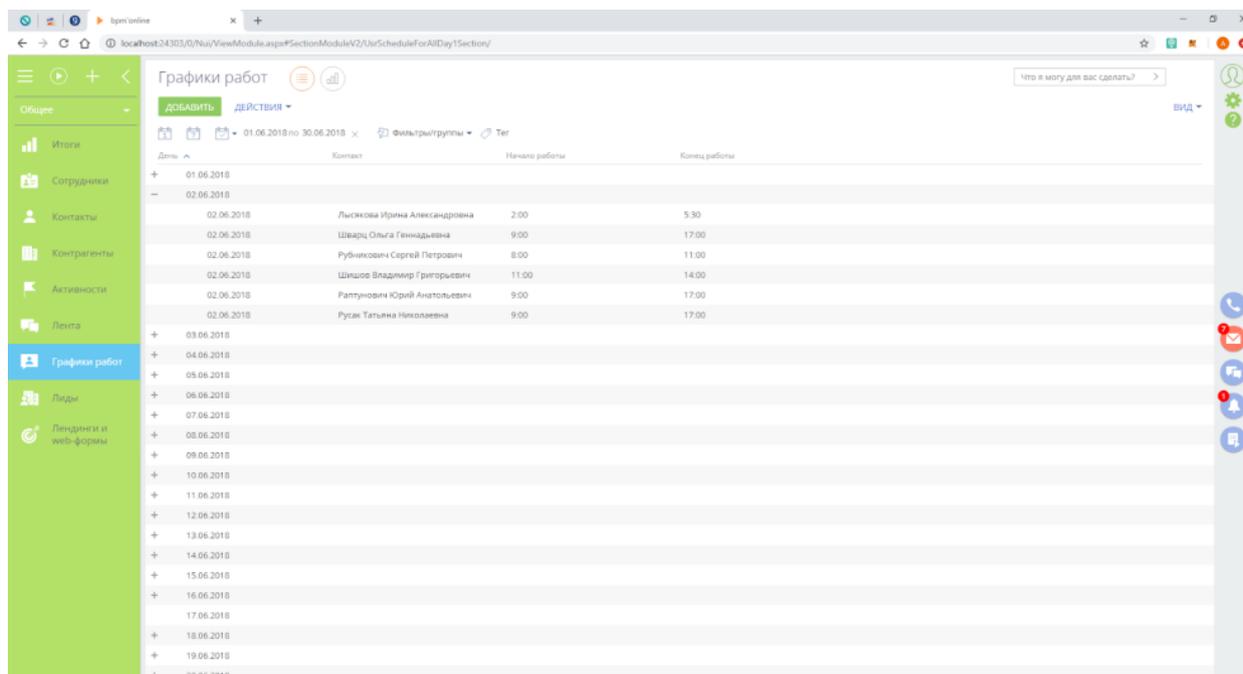
Разработка программного средства велась в среде Microsoft WebStorm, не смотря на то, что платформа позволяет вести разработку непосредственно в своей среде, она не дает тех преимуществ как сторонние специализированные средства, достаточно выделить отсутствие подсветки синтаксиса, что значительно усложняет восприятие и как следствие написание кода.

При реализации были предусмотрены следующие возможности:

1. формирование расписания;
2. блокировка области недоступной для конкретного пользователя;
3. иерархическая структура раздела;
4. модальные окна информирующие пользователя о попытках сохранить активность в недоступном диапазоне;
5. расширение раздела “Активность” в зависимости от 2-ух и более пользователей;
6. формирование маски не позволяющей пользователю мышкой затрагивать не доступную область;
7. возможность легкого внедрения в существующие бизнес-процессы компаний.



**Рисунок 1. Сформированная область расписания для двух пользователей**



**Рисунок 2. Иерархический раздел “Графики работ”**

Реализация иерархической структуры состоит из:

1. инициализатор параметров детали;
2. очистки информации об уровнях (загруженные, развернутые);
3. исключение из системных параметров информации о том, что элемент развернут;
4. экземпляр запроса колонки (родительская колонка, позиция, количество дочерних);
5. агрегирующая колонка количества дочерних элементов;
6. объект загруженных уровней;
7. внесение информации о загруженном уровне;
8. проверка загружены ли дочерние элементы выбранной записи;
9. обработчик коллекции для добавления новых уровней в иерархию;
10. обработчик дочерний элементов, для добавления новых дочерних уровней;
11. удаление логики постраничности;
12. обновление фильтров.

Ключевыми преимуществами разработанной системы являются: возможность формирования абсолютно любого расписания с любым временем работы, удобство использования, возможность легкого внедрения в бизнес-процессы

компаний, возможность импорта и интеграции сотрудников в раздел “Графики работ”, возможность настройки прав доступа. Работа с приложением происходит путем простых кликов мышью с возможностью выбора, сводя к минимуму необходимость ввода с клавиатуры дополнительной информации.

В качестве примера использования во внутренних бизнес-процессах возьмем компанию с отделом Call-центр, сотрудники которого могут работать по разному графику, 5 через 2, 2 через 2, неполный рабочий день и другие всевозможные варианты. Составив индивидуальные расписания каждого пользователя и внедрив данное расписание в работу телефонии (например Oktell, Asterisk) система автоматически сможет добавлять/убирать свободных операторов доступных для работы. Тем самым повышая эффективность работы Call-центра. Благодаря такому взаимодействию, сотрудники будут максимально одинаково нагружены, а руководители смогут получать отчеты по работе отдела воспользовавшись стандартными средствами Bpm`online.

### **Список литературы:**

1. BPM`Online – Документация по разработке. Модель MVVM. Архитектура приложения. [Электронный ресурс]. – 2018 доступ: [https://academy.terrasoft.ua/sites/default/files/documents/docs/technic/SDK/7.12.0/bpmonline\\_development\\_guide.pdf](https://academy.terrasoft.ua/sites/default/files/documents/docs/technic/SDK/7.12.0/bpmonline_development_guide.pdf).
2. Terrasoft – лидер на российском рынке корпоративного программного обеспечения для управления бизнес-процессами и CRM. [Электронный ресурс]. – 2018 – доступ: <https://www.terrasoft.ru/>

# ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК ВЕКТОР РАЗВИТИЯ ОБЩЕМИРОВЫХ ТЕНДЕНЦИЙ

*Якимчук Антон Александрович*

*студент, кафедра информатики и вычислительной техники,  
Сибирский государственный университет науки и технологий  
имени академика М.Ф. Решетнева,  
РФ, г. Красноярск  
E-mail: anton.yakimchuk7@gmail.com*

## CLOUD TECHNOLOGIES AS A VECTOR OF DEVELOPMENT OF GLOBAL TRENDS

*Anton Yakimchuk*

*student, Department of Informatics and Computer Engineering,  
Siberian state university of science and technology  
named after academician M.F. Reshetnev,  
Russia, Krasnoyarsk*

### АННОТАЦИЯ

Рассматриваются облачные технологии. Приводятся их описательные характеристики, способы применения и дальнейшие перспективы.

### ABSTRACT

This article reviews the cloud technologies. It gives its descriptive characteristics, applications and future perspectives.

**Ключевые слова:** облачные технологии; облачные вычисления; центры обработки данных.

**Keywords:** cloud technologies; cloud computing; data centers.

Облачные технологии – это инновационные технологии, предназначенные для работы в сети интернет. Это интернет-сервис, который предоставляет компьютерные ресурсы и мощности конечному пользователю для распределенной обработки данных.

Данная технология обеспечивает бесперебойную работу и позволяет регулировать и оплачивать только те ресурсы, которые будет использовать пользователь.

Облачные вычисления – это технологии обработки данных, в которых компьютерные ресурсы предоставляются Интернет пользователю как онлайн-сервис [1].

Облачные технологии активно применяют в бизнесе. В облачном сервисе выделяют следующие модели обслуживания бизнеса [2]:

- SaaS (Software-as-a-Service, программное обеспечение как услуга): провайдер предоставляет клиенту возможность пользоваться ПО на своем сервере – через браузер. Провайдер сам заботится о работоспособности приложения, устанавливает необходимые обновления, оказывает техническую поддержку пользователям;

- PaaS (Platform-as-a-Service, платформа как услуга): клиент использует облачные технологии как готовую виртуальную платформу для размещения своего программного обеспечения. На самой платформе есть операционная система, инструменты для создания, тестирования и обеспечения функционирования программ;

- IaaS (Infrastructure-as-a-Service, инфраструктура как услуга): клиент получает пустые виртуальные платформы, связанные в сеть, с уникальным IP-адресом и программным интерфейсом (API). Платформы клиент использует по своему усмотрению: устанавливает там программы, запускает собственные приложения;

- WaaS (Workplace-as-a-service, рабочее место как услуга): компания организует в сети рабочие места своих сотрудников, установив на платформах ПО, необходимое для работы персонала;

- DaaS (Data-as-a-Service, данные как услуга): компания получает дисковое пространство для хранения больших объемов информации.

Для хранения большого количества информации облачных сервисов используются специализированные технические решения, мощные серверы, дисковые хранилища.

Дата-центры специализируются на размещении специализированных компьютерных устройств, которые предназначены для хранения и обработки

различной информации. Также их специализация направлена на предоставления клиентам каналов связи для доступа в Интернет и передачи данных.

Назначение центров обработки данных (ЦОД) – обеспечение гарантированной безотказной работы информационной системы предприятия с заданными уровнями доступности, надежности, безопасности и управляемости. Использование технологии создания ЦОД позволяет создавать резервные штаб-квартиры предприятий с сохранением максимально возможной функциональности информационной системы при чрезвычайных обстоятельствах.

Главная задача дата-центра состоит в создании защищенного надежного пространства с благоприятными для работы климатическими условиями, гарантированному электропитанию, благодаря которому компания-арендатор может всегда получить доступ к своим данным, закрытым для посторонних пользователей.

Выделяют несколько основных преимуществ, связанных с использованием облачных вычислений [1]:

- Доступность: доступ к информации, хранящейся на облаке, может получить каждый, кто имеет компьютер, планшет, любое мобильное устройство, подключенное к сети интернет;
- Мобильность: у пользователя нет постоянной привязанности к одному рабочему месту. Из любой точки мира менеджеры могут получать отчетность, а руководители – следить за производством;
- Экономичность: одним из важных преимуществ называют уменьшенную затратность. Пользователю не надо покупать дорогостоящие, большие по вычислительной мощности компьютеры и ПО, а также он освобождается от необходимости нанимать специалиста по обслуживанию локальных IT-технологий;
- Арендность: пользователь получает необходимый пакет услуг только в тот момент, когда он ему нужен, и платит только за количество приобретенных функций;

- Гибкость: все необходимые ресурсы предоставляются провайдером автоматически;

- Высокая технологичность: большие вычислительные мощности, которые предоставляются в распоряжение пользователя, которые можно использовать для хранения, анализа и обработки данных;

- Надежность: некоторые эксперты утверждают, что надежность, которую обеспечивают современные облачные вычисления, гораздо выше, чем надежность локальных ресурсов, аргументируя это тем, что мало предприятий могут себе позволить приобрести и содержать полноценный ЦОД.

У облачных технологий существуют различные модели развертывания [3]:

- Частное облако – инфраструктура, предназначенная для использования одной организацией, включающей несколько потребителей. Частное облако может находиться в собственности, управлении и эксплуатации как самой организации, так и третьей стороны;

- Публичное облако – инфраструктура, предназначенная для свободного использования широкой публикой. Может находиться в собственности, управлении и эксплуатации коммерческих, научных и правительственных организаций;

- Гибридное облако – это комбинация из двух или более различных облачных инфраструктур, остающихся уникальными объектами, но связанных между собой стандартизованными или частными технологиями передачи данных и приложений;

- Общественное облако – вид инфраструктуры, предназначенный для использования конкретным сообществом потребителей из организаций, имеющих общие задачи. Общественное облако может находиться в кооперативной собственности, управлении и эксплуатации одной или более из организаций сообщества или третьей стороны.

Облачные технологии будут развиваться в направлении общемировых тенденций. Со стороны государства будут формироваться соответственные нормативные документы, а с технологической точки зрения данные технологии

будут все более производительными и менее затратными. В долгосрочной перспективе развитие облачных сервисов будет сопряжено с внедрением систем машинного обучения и дополненной реальности.

### **Список литературы:**

1. Что такое облачные технологии? Использование облачных вычислений и сетей — [электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <https://mining-cryptocurrency.ru/oblachnye-tehnologii/> (дата обращения 09.08.2020)
2. Облачные технологии: какие бывают и как их использовать в бизнесе – 2020 – [электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <https://www.gd.ru/articles/11071-oblachnye-tehnologii> (дата обращение 10.08.2020)
3. Облачные технологии — [электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <https://webonto.ru/oblachnyie-tehnollogii/> (дата обращения 11.08.2020).

# ОСОБЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ VR И AR ТЕХНОЛОГИЙ

*Якимчук Антон Александрович*

*студент, кафедра информатики и вычислительной техники,  
Сибирский государственный университет науки и технологий  
имени академика М.Ф. Решетнева,  
РФ, г. Красноярск  
E-mail: anton.yakimchuk7@gmail.com*

## FEATURES AND POSSIBILITIES OF USING VR AND AR TECHNOLOGIES

*Anton Yakimchuk*

*student, Department of Informatics and Computer Engineering,  
Siberian state university of science and technology  
named after academician M.F. Reshetnev,  
Russia, Krasnoyarsk*

### АННОТАЦИЯ

Рассматриваются особенности технологий виртуальной (VR) и дополненной (AR) реальности. Приводятся способы и перспективы их применения.

### ABSTRACT

This article reviews features of virtual (VR) and augmented (AR) reality technologies. It gives the ways and prospects of their application.

**Ключевые слова:** виртуальная реальность; дополненная реальность; эффект полного погружения.

**Keywords:** virtual reality; augmented reality; immersive effect.

Виртуальная реальность (англ. virtual reality, VR) – созданный техническими средствами мир, передаваемый через его ощущения: зрение, слух, обоняние, осязание и другие. Виртуальная реальность имитирует как воздействие, так и реакции на воздействие [1].

Пространство в виртуальной реальности представляет собой мир, смоделированный с помощью компьютерных технологий, в который пользователь может

погрузиться с помощью специальных сенсорных устройств. Рассмотрим основные критерии, с помощью которых создается виртуальная реальность:

- Правдоподобность – пользователь не должен сомневаться в реальности происходящего вокруг;
- Интерактивность – должна иметься возможность взаимодействовать с предметами;
- Возможность изучения – мир должен быть огромным и детализированным;
- Хорошее аппаратное обеспечение, гарантирующее работу без перебоев;
- Эффект присутствия – когда человек ощущает вовлеченность в события, и среда оказывает влияние на его органы чувств.

В технологии виртуальной реальности используются 3 компонента, которые используются практически при любом взаимодействии с виртуальной средой [2]:

- Голова: при помощи специализированной гарнитуры, виртуальная среда отслеживает положение головы. Так, гарнитура двигает картинку согласно тому, в какие из сторон и когда пользователь поворачивает свою голову – в бок, вниз или вверх. Такая система официально называется шестью степенями свободы;
- Движения: в более дорогих модификациях технического обеспечения отслеживаются и движения пользователя, при этом виртуальная картинка будет двигаться согласно этим движениями;
- Глаза: еще один основополагающий в реальности датчик анализирует то направление, в котором смотрят глаза. Благодаря этому игра позволяет пользователю погрузиться в интерактивную реальность более глубоко.

Для погружения в виртуальную реальность используются различные приспособления [3]:

- Шлемы и очки: это пара маленьких экранов, находящихся напротив обоих глаз. Специальные шоры защищают от попадания света извне, а дополняют эффект погружения – стереонаушники. Шлемы бывают для компьютера, для мобильных устройств, а также независимые, то есть те, которые могут функционировать самостоятельно под руководством специальных операционных систем;

- Комнаты: картинка показывается на стенах помещений. Из положительных свойств можно отметить проецирование изображения в высоком разрешении, а также отсутствие укачивания у пользователей;

- Информационные перчатки: они позволят пользователю прикоснуться руками к интересному объекту и ощутить его так, словно он реален. Состоят они из оптоволоконных кабелей, специальных датчиков или электромеханических приспособлений;

- Джойстики: устройства содержат датчики движения, кнопки и колесики. Они беспроводные, что повышает удобство использования.

VR можно разделить на несколько классификаций, отличающихся техническими и воспринимаемыми спецификациями:

- VR с эффектом полного погружения: правдоподобная симуляция мира с высокой степенью детализации. Необходимо наличие высокопроизводительного компьютера и специального оборудования;

- VR без погружения: симуляция с качественным изображением, звуком и контроллерами, в идеале транслируемые на широкоформатный экран;

- VR с совместной инфраструктурой: почти как VR с эффектом полного погружения, но отсутствует эффект присутствия;

- VR на базе интернет-технологий: используется технология Virtual Reality Markup Language.

VR можно использовать в таких сферах, как [2]:

- Развлечения: спросом пользуются игры, культурные мероприятия и туризм;

- Обучение: интерактивная реальность позволяет смоделировать тренировочную среду в тех сферах и для тех занятий, для которых необходимой и важной является предварительная подготовка. Как пример, это может быть операция, управление техникой и другие сферы;

- Наука: VR дает возможность значительно ускорить исследования как атомного, так и молекулярного мира;

- Медицина: при помощи VR можно тренировать и обучать медицинских специалистов: проводить операции, изучать оборудование, улучшать профессиональные навыки;

- Архитектура и дизайн: VR позволяет создавать объекты в виртуальном пространстве, в полном размере, для демонстрации, тогда как раньше использовались ручные макеты и воображение. Это касается не только строительных объектов, но и техники.

Дополненная реальность (англ. augmented reality, AR) – технологии, которые дополняют реальный мир, добавляя любые сенсорные данные. Они могут как привносить в реальный мир виртуальный данные, так и устранять из него объекты. Возможности AR ограничиваются лишь возможностями устройств и программ [1].

Дополненная реальность может быть использована в различных сферах [2]:

- Образование: наглядный показ исторических событий;
- Медицина: к примеру, будущие доктора могут осматривать наглядную модель скелета;
- Военная сфера: благодаря AR разработчики смогли создать особый шлем, который может проецировать картинку с камеры ночного видения и отслеживать движения головы оператора.

Проекты виртуальной (VR) и дополненной (AR) реальности могут не только создавать концептуально новые рынки, но и расширять уже имеющиеся. Сейчас VR и AR технологии активно развиваются, поэтому в ближайшее время вполне можно ожидать технологический прорыв в данных сферах.

### **Список литературы:**

1. Скрынникова А.И. Все, что нужно знать про VR/AR-технологии — [электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <https://rb.ru/story/vsyo-o-vr-ar/> (дата обращения 10.08.2020).
2. Что такое виртуальная и дополненная реальность? Принцип работы VR и AR технологий — [электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <https://mining-cryptocurrency.ru/vr-ar-virtualnaya-dopolnennaya-realnost/> (дата обращения 11.08.2020).

3. Виртуальная и дополненная реальность — [электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <https://avisi.ru/virtualnaya-realnost-i-dopolnennaya-cto-eto-takoe.html> (дата обращения 12.08.2020).

## СЕКЦИЯ

### «РАДИОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРОНИКА»

#### АНАЛИЗ ФИЛЬТРА ПРОСТРАНСТВЕННО–ДОПЛЕРОВСКОЙ ОБРАБОТКИ С УПРАВЛЕНИЕМ ОТ ЦИФРОВЫХ КАРТ ПОМЕХ ДЛЯ ПОСАДОЧНОЙ РЛС

*Пушнякова Елизавета Владимировна*

*студент, кафедра радиоэлектронных систем управления,  
Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им.  
Д.Ф. Устинова,  
РФ, г. Санкт–Петербург  
E–mail: pushniakovaliza@gmail.com*

*Синицын Владимир Александрович*

*научный руководитель, канд. техн. наук, кафедра радиоэлектронных систем  
управления,  
Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им.  
Д.Ф. Устинова,  
РФ, г. Санкт–Петербург*

#### SPATIAL DOPPLER FILTER ANALYSIS CONTROLLED BY DIGITAL INTERFERENCE MAPS FOR A LANDING RADAR STATION

*Elizaveta Pushnyakova*

*student, Department of Electronic Control Systems  
BSTU "VOENMEH" them. D.F. Ustinova,  
Russia, St. Petersburg*

*Vladimir Sinitsyn*

*scientific supervisor, Ph. D., Department of Electronic Control Systems  
BSTU "VOENMEH" them. D.F. Ustinova,  
Russia, St. Petersburg*

#### АННОТАЦИЯ

Рассматривается фильтр с непосредственным обращением к ковариационной матрицы помехи с управлением от цифровых карт помех. Выбраны критерии эффективности – коэффициент улучшения и отношение сигнал/помеха/собственный

шум РЛС. Производится сравнение теоретического и экспериментального расчета при одинаковой помеховой ситуации.

### ABSTRACT

A filter with direct appeal to the interference covariance matrix with control from digital interference maps is considered. Criteria of efficiency are selected - improvement factor and signal-to-interference / intrinsic noise ratio of the radar station. A comparison of theoretical and experimental calculations is made for the same interference situation.

**Ключевые слова:** адаптивный цифровой фильтр, пространственно-доплеровская обработка, фильтр ковариационной матрицы помехи, коэффициент улучшения, отношение сигнал/помеха/собственный шум РЛС, вектор весовых коэффициентов.

**Keywords:** adaptive digital filter, space-Doppler processing, interference covariance matrix filter, improvement coefficient, signal-to-noise / own radar station noise, vector of weight coefficients.

В настоящее время все чаще для цифровой обработки сигналов применяются цифровые сигнальные процессоры, отличительной особенностью которых является программная реализация адаптивных цифровых фильтров пространственно-доплеровской обработки (АЦФ ПДО). Для обработки радиолокационной информации применяются именно цифровые методы. Это обусловлено, в первую очередь, тем, что цифровые методы имеют ряд преимуществ над аналоговыми, что в настоящее время является актуальной темой.

Цифровые методы стали развиваться благодаря созданию цифровых карт помех, а также используются быстрые дискретные преобразования. Все это привело к повышению эффективности устройств селекции движущихся целей (СДЦ).

Целью работы является анализ адаптивного цифрового фильтра пространственно-доплеровской обработки.

Будем рассматривать посадочную РЛС со следующими параметрами: зона обзора с максимальной рабочей дальностью  $R_{\text{макс}} = 60$  км и сектором  $\Delta\Psi_{\text{обз}} = 30^\circ$ , при длительности импульса  $\tau_{\text{имп}} = 0.5$  мкс, мощность излучения  $P_{\text{изл}} = 150$  кВт, длина волны  $\lambda = 3.2$  см. Ширина ДН для штатной антенны по азимуту  $\theta_{0.5} = 0.5^\circ$ , в угломестной плоскости –  $\varphi_{0.5} = 15^\circ$ , КНД = 37.40 дБ. Ширина ДН для дополнительной антенны по азимуту  $\theta_{0.5} = 2^\circ$ , ширина ДН в угломестной плоскости  $\varphi_{0.5} = 40^\circ$ , КНД = 27.12 дБ. Период повторения  $T_{\text{п}} = 500$  мкс, количество импульсов в пачке  $M_n = 33$ , угол отклонения антенной системы вверх  $\gamma = 3^\circ$ , база РЛС  $d = 0.5$  м, СУБЛ 10 дБ, период обзора  $T_{\text{обз}} = 1$  с, угловая скорость сканирования  $\Omega_{\text{ант}} = 30$  град/с, количество каналов приема  $N = 2$ , коэффициент шума  $K_{\text{ш}} = 4$ .

В работе будут рассматриваться следующие критерии эффективности ПДО – отношение сигнал/помеха/собственный шум РЛС (ОСПШ) и коэффициент улучшения. Данные критерии являются энергетическими и выбраны исходя из того, что в работе не рассматриваются алгоритмы обнаружения целей.

Коэффициент улучшения показывает эффективность обработки сигнала [1]:

$$K_y = \frac{\text{ОСПШ}_{\text{ВЫХ}}}{\text{ОСПШ}_{\text{ВХ}}} = \frac{(P_{\text{ц}}/P_{\text{пш}})_{\text{ВЫХ}}}{(P_{\text{ц}}/P_{\text{пш}})_{\text{ВХ}}} = \frac{P_{\text{ц Вых}}}{P_{\text{ц вх}}} \frac{P_{\text{пш вх}}}{P_{\text{пш вых}}} = K_{\text{ц}} K_{\text{п}}, \quad (1.1)$$

$$K_{y \text{ дБ}} = 10 \lg K_y, \quad (1.2)$$

где:  $P_{\text{ц}}$  – мощность сигнала цели,  $P_{\text{пш}}$  – суммарная мощность помех и собственных шумов,  $K_{\text{ц}}$  – коэффициент передачи сигнала,  $K_{\text{п}}$  – коэффициент подавления помехи.

Данный коэффициент учитывает ослабление и усиление полезного сигнала.

При заданной вероятности ложной тревоги эффективность обнаружения цели будет определяться рабочими характеристиками РПУ. Эти характеристики представляют собой зависимость ОСПШ от вероятности правильного обнаружения.

Благодаря ОСПШ можно рассчитать вероятность ложной тревоги и правильного обнаружения. ОСПШ показывает целесообразность обработки в конкретной помеховой ситуации.

ОСПШ на выходе фильтра ковариационной матрицы помехи определяется выражением [2]:

$$\text{ОСПШ}_{\text{ВЫХ}} = \frac{w_j^H v_{\text{ц}}^* v_{\text{ц}}^T w_j}{w_j^H M_{\text{пш}} w_j}, \quad (1.3)$$

где:  $v_{\text{ц}}$  – совместный пространственно-доплеровский вектор сигнала,  $w_j$  – ВВК фильтра,  $M_{\text{пш}}$  – ковариационная матрица помех и шумов, которая находится по формуле (1.4).

$$M_{\text{пш}} = \sum_{k=1}^L E\{x_{nk}^* x_{nk}^T\} + 2\sigma_{\text{ш}}^2 I = \sum_{k=1}^L M_{nk} + 2\sigma_{\text{ш}}^2 I, \quad (1.4)$$

где:  $I$  – единичная матрица соответствующей размерности,  $L$  – количество помех,  $x_{\text{ц}}$  – совместный пространственно-доплеровский вектор сигнала,  $M_{nk} = \{x_{nk}^* x_{nk}^T\}$  – амплитуда и межпериодная ковариационная матрица  $k$ -ой помехи соответственно,  $\sigma_{\text{ш}}$  – дисперсии шума.

Значение ВВК фильтра, рассчитывается по следующей формуле [2]:

$$w_{\text{опт}} = w_{\text{ОСПШ}} = \alpha M_{\text{пш}}^{-1} v^*, \quad (1.5)$$

где:  $\alpha$  – некоторое комплексное число, отличное от нуля,  $M_{\text{пш}}$  – ковариационная помех и шумов, которая находится по формуле (1.4),  $v$  – совместный пространственно-доплеровский вектор сигнала.

Недостатки фильтра: необходимо обеспечить большую точность вычислений, а также требуется большой динамический диапазон процессора ПДО.

Методом исследования является моделирование работы АЦФ ПДО на электронно–вычислительной машине (ЭВМ). Теоретический и экспериментальный расчет имеют одинаковую помеховую ситуацию. Теоретический расчет

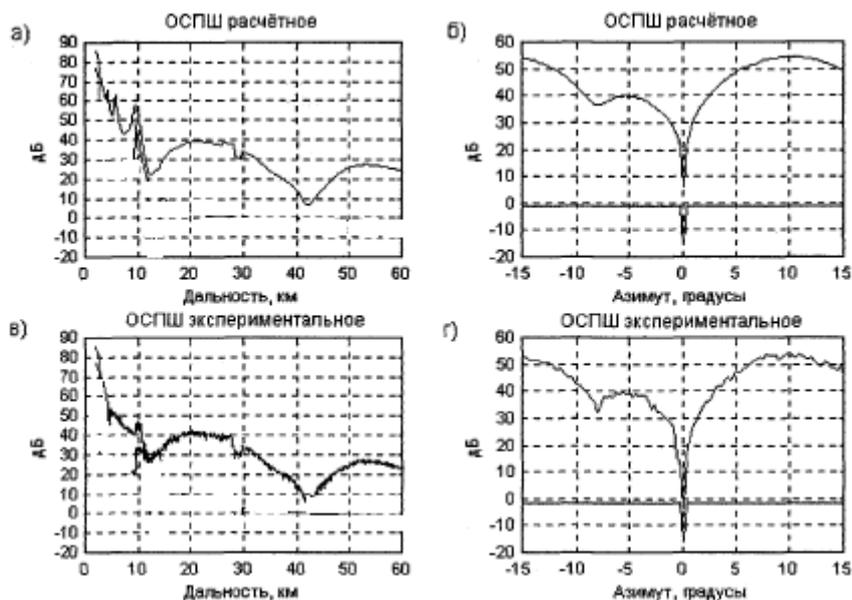
подразумевает под собой расчет с помощью формул. Экспериментальный – расчет критериев эффективности с помощью имитационного моделирования.

На рисунке 1 приведены графики расчётного и экспериментального ОСПШ для пролетной и посадочной траекторий.

В работе рассматривается, как и посадочная, так и пролетная траектория. Посадочная траектория – ширина полосы зоны обзора равняется ширине одной ячейки, длина полосы зоны обзора равняется максимальной дальности РЛС. Пролетная траектория – ширина полосы зоны обзора равняется сектору обзора, длина полосы обзора равняется размеру одной ячейки по дальности [3].

Зададим параметры помеховой ситуации для критериев эффективности:

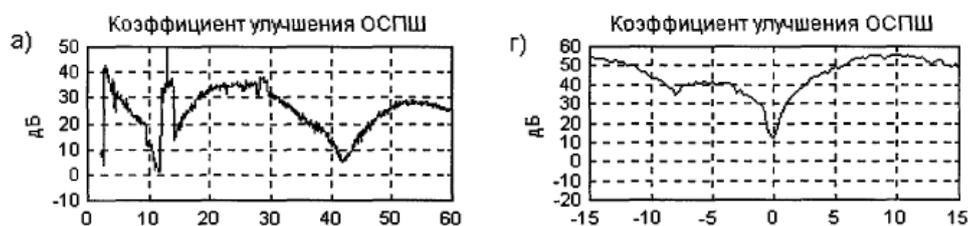
- удаление пролётной траектории от РЛС – 8 км;
- высота полёта 600 м;
- путевая скорость цели 70 м/с;
- на нулевом азимуте присутствует точечная помеха от местного предмета с ЭПР 1000 м<sup>2</sup> и высотой центра отражения 15 м (за нулевой азимут принято направление ВПП).



*а – ОСПШ расчётное на посадочной траектории; б – ОСПШ расчётное на пролетной траектории; в – ОСПШ экспериментальное на посадочной траектории; г – ОСПШ экспериментальное на пролетной траектории*

**Рисунок 1. Расчётное и экспериментальное ОСПШ на посадочной и пролётной траекториях цели для СЦФ ПДО**

Результаты имитационного моделирования для посадочной и пролётной траекторий приведены в виде графиков коэффициента улучшения на рисунке 2.



**Рисунок 2. Коэффициент улучшения ОСПШ для фильтра с обращением ковариационной матрицы помехи: а – на посадочной траектории, г – на пролётной траектории**

При анализе графиков можно сделать следующие выводы:

1. Теоретические и экспериментальные расчеты совпадают;
2. Сохраняются закономерности изменения ОСПШ;
3. Среднее значение коэффициента улучшения ОСПШ – 24.92 дБ, расчетное – 25.07 дБ;
4. На нулевом азимуте экспериментального графика ОСПШ присутствует значительный «провал» (пролётная траектория). Экспериментальное значение коэффициента улучшения – 45.02 дБ, расчетное – 46.10 дБ.
5. Фильтр эффективно обрабатывает точечную помеху на дальности 13 км;
6. Фильтр с обращением ковариационной матрицы помехи обеспечивает значительное улучшение ОСПШ на нулевом азимуте.

### Список литературы:

1. Иванов Ю.В. Сравнительная эффективность алгоритмов пространственно-доплеровской когерентной обработки // Радиоэлектроника (Изв. высш. учеб. заведений). - 1993. - Т. 36. - № 5. - С. 64-74
2. Даджион Д., Мерсеро Р. Цифровая обработка многомерных сигналов / Пер. с англ. М.: Мир, 1988. - 488 с.
3. Адаптивные радиотехнические системы с антенными решётками / Журавлёв А.К., Хлебников В.А., Родимов А.П. и др. - Д.: Издательство Ленинградского университета, 1991. - 544 с.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВОБУЛИЦИИ ПЕРИОДА ПОВТОРЕНИЯ  
ЗОНДИРУЮЩЕГО СИГНАЛА НА КОЭФФИЦИЕНТ УЛУЧШЕНИЯ  
СИСТЕМЫ СДЦ РЛС**

***Пушнякова Елизавета Владимировна***

*студент, кафедра радиоэлектронных систем управления,  
Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ»  
им. Д.Ф. Устинова,  
РФ, г. Санкт–Петербург  
E–mail: [pushniakovaliza@gmail.com](mailto:pushniakovaliza@gmail.com)*

***Синицын Владимир Александрович***

*научный руководитель,  
канд. техн. наук, кафедра радиоэлектронных систем управления,  
Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ»  
им. Д.Ф. Устинова,  
РФ, г. Санкт–Петербург*

**STUDY OF THE INFLUENCE OF POPULATION OF THE PERIOD  
OF REPEATING THE PROBING SIGNAL ON THE IMPROVEMENT  
COEFFICIENT OF THE SMT RADAR SYSTEM**

***Elizaveta Pushnyakova***

*student, Department of Electronic Control Systems  
BSTU "VOENMEH" them. D.F. Ustinova,  
Russia, St. Petersburg*

***Vladimir Sinitsyn***

*scientific supervisor, Ph. D., Department of Electronic Control Systems  
BSTU "VOENMEH" them. D.F. Ustinova,  
Russia, St. Petersburg*

**АННОТАЦИЯ**

В работе рассматривается учет вобуляции периода повторения зондирующего сигнала для фильтра с непосредственным обращением ковариационной матрицы помехи. Строятся графики зависимости коэффициента улучшения на посадочной и пролетной траекториях, составляется таблица с численными значениями коэффициента улучшения для рассматриваемого фильтра. На основе графических и табличных данных анализируется влияние вобуляции периода повторения.

## ABSTRACT

The paper considers the consideration of the wobbling of the repetition period of the probing signal for the filter with direct inversion of the interference covariance matrix. The graphs of the dependence of the improvement coefficient on the trajectory of the landing and flight paths were built, a table was compiled with the numerical values of the improvement coefficient for the filter under consideration. On the basis of graphical and tabular data, the influence of the wobbling repetition period is analyzed.

**Ключевые слова:** вобуляция периода повторения, фильтр с непосредственным обращением к ковариационной матрицы помехи, пространственно–доплеровская обработка, селекция движущихся целей.

**Keywords:** the wobble of the repetition period, filter with a direct appeal to the covariance matrix, the space–Doppler processing, moving target detection.

В настоящее время для обработки радиолокационной информации широко применяются цифровые методы. Цифровые методы стали развиваться благодаря созданию цифровых карт помех, а также используются быстрые дискретные преобразования и вобуляция периода повторения зондирующего сигнала. Все это привело к повышению эффективности устройств селекции движущихся целей (СДЦ) [1].

Для эффективной оценки работы адаптивных цифровых фильтров пространственно–доплеровской обработки (АЦФ ПДО) с помощью имитационного моделирования проводится учет вобуляции периода повторения зондирующего сигнала. С помощью вобуляции можно выделить полезный сигнал из смеси, а также эффективно подавить помехи. Также вобуляция позволяет улучшать ОСПШ [2].

Целью работы является разработка программного обеспечения, которое покажет влияние вобуляции периода повторения на коэффициент улучшения ОСПШ.

Зададим следующие параметры РЛС: зона обзора с максимальной рабочей дальностью  $R_{\text{макс}} = 60$  км и сектором  $\Delta\psi_{\text{обз}} = 30^\circ$ , при длительности импульса  $\tau_{\text{имп}} = 0.5$  мкс и ширине ДН по азимуту  $\theta_{0.5} = 0.5^\circ$ , ширина в угломестной плоскости  $\varphi_{0.5} = 15^\circ$ ,  $P_{\text{изл}}$  мощность излучения 150 кВт,  $\lambda$  длина волны 3.2 см.

В работе рассматривается фильтр с непосредственным обращением ковариационной матрицы.

Значение ВВК фильтра, рассчитывается по следующей формуле [3]:

$$w_{\text{опт}} = w_{\text{оспш}} = \alpha M_{\text{пш}}^{-1} v^*, \quad (1)$$

где:  $\alpha$  – некоторое комплексное число, отличное от нуля,  $M_{\text{пш}}$  – ковариационная помех и шумов, которая находится по формуле (2),  $v$  – совместный пространственно-доплеровский вектор сигнала.

$$M_{\text{пш}} = \sum_{k=1}^L E\{x_{nk}^* x_{nk}^T\} + 2\sigma_{\text{ш}}^2 I = \sum_{k=1}^L M_{nk} + 2\sigma_{\text{ш}}^2 I, \quad (2)$$

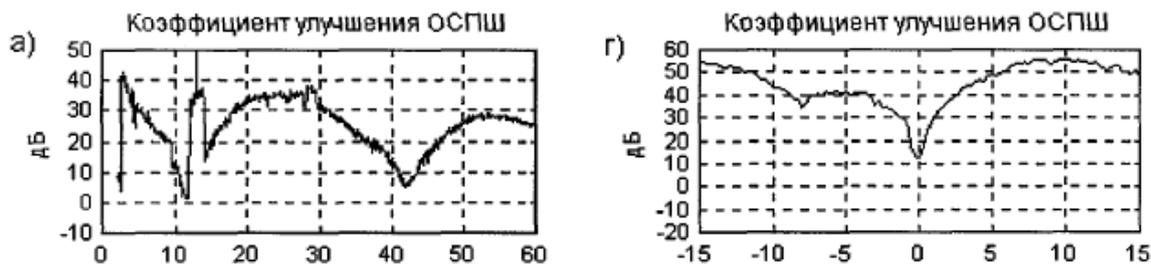
где:  $I$  – единичная матрица соответствующей размерности,  $L$  – количество помех,  $x_{\text{ц}}$  – совместный пространственно-доплеровский вектор сигнала,  $M_{nk} = \{x_{nk}^* x_{nk}^T\}$  – амплитуда и межпериодная ковариационная матрица  $k$ -ой помехи соответственно,  $\sigma_{\text{ш}}$  – дисперсии шума.

Недостатки фильтра: необходимо обеспечить большую точность вычислений, а также требуется большой динамический диапазон процессора ПДО.

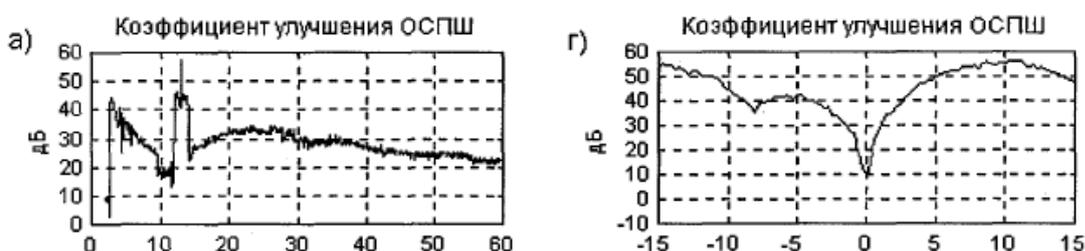
Для рассматриваемого фильтра строятся графики зависимости коэффициента улучшения на пролетной и посадочной траекториях с учетом вобуляции и без нее. Для более детальной оценки составляется таблица с численными значениями коэффициента улучшения на пролетной и посадочной траекториях.

Ответственная точка траектории находится на дальности в 13 км, где присутствует мощная точечная помеха.

Результаты имитационного моделирования фильтров с вобуляцией и без нее представлены в виде графиков коэффициента улучшения на рисунке 1, 2 и в виде численных данных в таблице 1.



**Рисунок 1. Коэффициент улучшения ОСПШ для фильтра с обращением ковариационной матрицы помехи без вобуляции периода повторения:**  
*а – на посадочной траектории, г – на пролетной траектории*



**Рисунок 2. Коэффициент улучшения ОСПШ для фильтра с обращением ковариационной матрицы помехи с вобуляцией периода повторения:**  
*а – на посадочной траектории, г – на пролетной траектории*

**Таблица 1.**

**Коэффициент улучшения ОСПШ для адаптивных фильтров СДЦ и ПДО**

Фильтр с непосредственным обращением ковариационной матрицы помехи	Коэффициент улучшения в ответственных точках посадочной и пролетной траектории, дБ		Средний коэффициент улучшения на траектории, дБ	
	13 км	0°	Посадочная	Пролетная
без вобуляции	49	10	25	45
с вобуляцией	57	10	28	45

После анализа графиков и табличных значений, можно сделать следующие выводы:

1. вобуляция периода повторения заметно не повлияла на значение ОСПШ, но «спрямила» график коэффициента улучшения на посадочной траектории.
2. вобуляция периода повторения мало изменяет эффективность фильтра с обращением ковариационной матрицы помехи;

3. возбуждения в среднем увеличивает эффективность фильтра с обращением ковариационной матрицы помехи на 3 дБ.

### **Список литературы:**

1. Введение в цифровую фильтрацию / Под ред. Р.Богнера, А. Константинодиса. - М.: Мир, 1976.-216 с.
2. Бакулев П.А. Радиолокация движущихся целей. - М.: Сов. радио, 1964. - 336 с.
3. Даджион Д., Мерсеро Р. Цифровая обработка многомерных сигналов / Пер. с англ. М.:Мир, 1988. - 488 с.

# АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ КОЛЕБАНИЙ НА РАБОТУ ИНВЕРТОРА

*Соболев Вячеслав Сергеевич*

*студент,*

*кафедра электрооборудования судов и автоматизации производства,  
Керченский Государственный Морской Технологический Университет,*

*РФ, г. Керчь*

*E-mail: [sobolslava02@gmail.com](mailto:sobolslava02@gmail.com)*

## ANALYSIS OF THE EFFECT OF ELECTROMAGNETIC OSCILLATIONS ON THE WORK OF THE INVERTER

*Vyacheslav Sobolev*

*student,*

*department of electrical equipment for ships and production automation,*

*Kerch State Marine University,*

*Russia, Kerch*

### АННОТАЦИЯ

В статье проводится анализ влияния электромагнитных колебаний на силовые компоненты инвертора.

### ABSTRACT

The article analyzes the influence of electromagnetic waves on the power components of the inverter.

**Ключевые слова:** электромагнитная совместимость, инвертор, влияние электромагнитных колебаний.

**Keywords:** electromagnetic compatibility, inverter, influence of electromagnetic waves.

### Введение

Для управления скоростью вращения асинхронного двигателя часто используют преобразователи частоты.

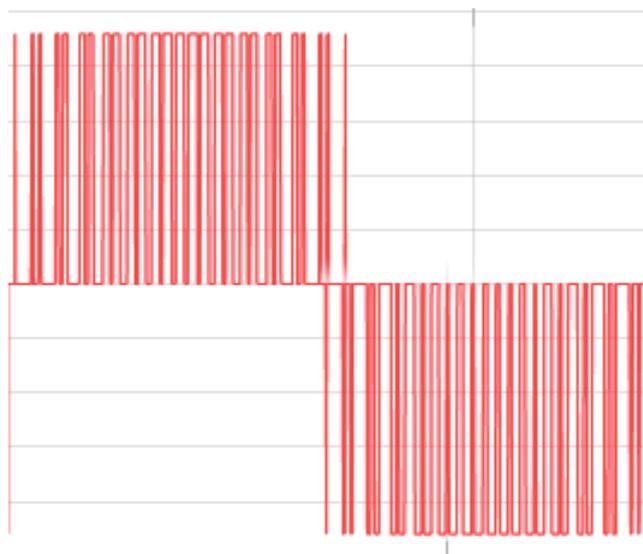
Для корректной работы преобразователь частоты, особенно при работе на судне, необходимо учитывать электромагнитную совместимость. В данной статье

будет рассмотрено влияние помех на инвертор так как игнорирование электромагнитной совместимости инвертора может привести к его полному выводу из строя.

### **Воздействие электромагнитных помех на инвертор**

Чтобы понять, как электромагнитные помехи могут повлиять на работу инвертора, следует ознакомиться с принципом его работы. В любом из инверторов есть силовые элементы, которые генерируют переменный ток и управляющие элементы, которые задают правильную работу силовых элементов.

При воздействии электромагнитных помех на инвертор, сигнал, который поступает на затворы полевых транзисторов начинает накладываться на гармонику поступающих помех, что может привести к одновременному открытию силовых ключей инвертора. Наглядно это показано на рисунке 1.



***Рисунок 1. Сигнал с наложенными на него помехами***

На рисунке видно, что управляющие сигналы разных силовых элементов открыты одновременно в некоторый период времени. При одновременном открытии даже на очень малый промежуток времени происходит короткой замыкание, при котором многократно возросший ток, выводит из строя силовые элементы инвертора.

## Способы решения проблемы

Существует 2 самых распространенных решения проблемы с электромагнитной совместимостью инвертора:

- Экранирование печатной платы инвертора.
- Фильтры для питающего инвертор сигнала.

Рассмотрим второй из способов защиты инвертора от помех.

### **Устройство выбора оптимального фильтра для инвертора**

На основе рассмотренных решений по уменьшению электромагнитных помех, была выведена собственная методика по защите инвертора от помех, поступающих от питающего сигнала. Данное решение предполагает внедрение в схему инвертора устройства, которое подбирало бы оптимальный фильтр, который будет внедряться в цепь в зависимости от частоты помех, которые накладываются на питающий сигнал.

Для данного устройства нам необходимо три основных составляющих:

- Анализатор спектра.
- Управляющий контроллер
- Блок различных фильтров

### **Анализатор спектра**

Анализатор спектра — прибор для наблюдения и измерения относительного распределения энергии электрических (электромагнитных) колебаний в полосе частот.

В нашем случае использование параллельного типа не целесообразно, так как параллельные ДПФ-анализаторы из-за ограниченных возможностей аналого-цифровых преобразователей (АЦП) работают только на относительно низких частотах.

### **Управляющий контроллер**

После того, как анализатор спектра проанализировал частоту помех, наложенных на сигнал, он передает информацию на контроллер, который в зависимости от частоты помех будет определять какой наиболее подходящий фильтр нужно ввести в цепь.

Это может быть тот же самый контроллер что и создаёт закон инверсии для управления асинхронным двигателем, которые зачастую запитываются от инвертора.

### **Блок различных фильтров**

После того как контроллер определит какой фильтр будет наиболее оптимален для подавления той или иной частоты, он будет включать в цепь один из предложенных ранее фильтров, который будет оптимально подобран под те помехи, которые оказывают влияние на сигнал.

### **Вывод**

В статье были рассмотрены основные способы влияния электромагнитных помех на работу инвертора, используемого в преобразователе частоты. Так же было предложено устройство подбора оптимального фильтра для минимализации помех, которые могут привести к выводу инвертора из строя. Использование анализатора частоты на базе встроенного контроллера преобразователя частоты с переключением режимов работы фильтров незначительно поднимет стоимость устройства, однако повысит надежность преобразователя при работе его в судовых условиях.

### **Список литературы:**

1. Бушуев В.М., Деминский В.А., Захаров Л.Ф., Козляев Ю.Д., Колканов М.Ф. Электропитание устройств и систем телекоммуникаций. — М.: Горячая линия - Телеком, 2009. — 384 с.
2. Ирвинг М., Готтлиб. Источники питания. Инверторы, конверторы, линейные и импульсные стабилизаторы. = Power Supplies, Switching Regulators, Inverters and Converters. — 2-е изд. — М.: Постмаркет, 2002. — 544 с.
3. Экранирование радиоэлектронной аппаратуры, как метод обеспечения электромагнитной совместимости, [электронный ресурс] режим доступа: <http://www.test-expert.ru/news/detail.php?ID=915>, дата обращения: 19.04.2019.
4. Р. Богнер, А. Константинодис. Введение в цифровую фильтрацию. — Москва: Мир, 1976. — 284 с.
5. Э. Оппенгейм. Применение цифровой обработки сигналов. — Москва: Мир, 1980 — 432 с.

**СЕКЦИЯ  
«ТЕХНОЛОГИИ»**

**О ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБНАРУЖЕНИЯ ЛЕСНЫХ  
ПОЖАРОВ БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ**

***Новоселова Инна Сергеевна***  
*слушатель,*  
*кафедра системного анализа и антикризисного управления,*  
*Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России,*  
*РФ, г. Санкт-Петербург*  
*E-mail: [funtovai@list.ru](mailto:funtovai@list.ru)*

**ABOUT IMPROVING THE EFFECTIVENESS  
OF FOREST FIRE DETECTION BY AIR DRONES**

***Inna Novoselova***  
*student,*  
*Saint-Petersburg University of State Fire Service*  
*of Emercom of Russia,*  
*Russia, Saint Petersburg*

**АННОТАЦИЯ**

В работе представлены результаты анализа применения беспилотных летательных аппаратов для обнаружения лесных пожаров. Предложены мероприятия по совершенствованию планирования маршрутов полета.

**ABSTRACT**

The paper presents the results of the analysis of the use of drones for detecting forest fires. Measures to improve flight route planning are proposed.

**Ключевые слова:** лесные пожары; беспилотный летательный аппарат; обнаружение и тушение пожара.

**Keywords:** forest fires; air drone; fire detection and extinguishing.

Леса являются достоянием России, они занимают примерно половину территории страны. Леса являются источником ценных биоресурсов, использование которых приносит нашей стране немалый доход.

Вместе с тем, леса являются и источником опасностей для человека и окружающей среды при возникновении лесных пожаров. Масштаб лесных пожаров в России и мире весьма остро ставит вопрос о совершенствовании подходов к их профилактике и тушению [1].

Одним из наиболее перспективных способов раннего обнаружения, и, следовательно, своевременного тушения лесных пожаров является применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), широко применяемых в различных военных и гражданских целях благодаря развитию в последние десятилетия современных технологий, в том числе и информационных [2].

Беспилотные летательные аппараты могут управляться оператором дистанционно, а также работать в автоматическом режиме по заранее заданному маршруту.

Использование БПЛА имеет ряд преимуществ по сравнению с другими средствами обнаружения пожара, а именно:

- возможность использования в труднодоступных местах, где обнаружение очагов лесных пожаров без летательных аппаратов невозможно;
- безопасность оператора БПЛА, так как он может находиться на значительном удалении от места лесного пожара;
- возможность обнаружения очагов лесных пожаров даже в условиях сильного задымления благодаря использованию инфракрасных камер;
- экономическая эффективность ввиду значительно меньшей стоимости моточаса работы БПЛА в сравнении с традиционными летательными аппаратами.

Вместе с тем необходимо отметить тот факт, что БПЛА применяются для целей обнаружения лесных пожаров не так давно, поэтому весьма актуальным является вопрос разработки и совершенствования тактики его применения в реальных условиях.

Одним из основных вопросов является определение оптимального маршрута БПЛА, так как необходимо исключить многократный пролет над одними и теми же лесными территориями в целях экономии материальных и людских ресурсов.

Проведенный анализ практического применения БПЛА показывает, что для полного осмотра лесной территории в целях общего мониторинга лесопожарной обстановки наиболее целесообразно задавать БПЛА замкнутый маршрут по кольцевой траектории.

Выбор кольцевого замкнутого маршрута обусловлен максимальной шириной охвата большой площади лесного фонда, быстротой осуществления мониторинга. Этот метод дает возможность обследовать труднодоступных районы подконтрольной местности. При этом основное планирование полетного задания является максимально простым, а данные об обстановке на местности передаются достаточно оперативно.

Необходимо выделить особенности планирования маршрута.

Во-первых, для наиболее рационального использования ресурсов техники, маршрут полета БПЛА для мониторинга лесопожарной обстановки необходимо прокладывать так, чтобы первая половина пути совершалась против ветра.

Во-вторых, маршрут полета необходимо планировать так, чтобы мониторинг лесопожарной обстановки обеспечивал возможность осмотра всей рабочей зоны.

Внедрение предложенных мероприятий при планировании маршрутов патрулирования БПЛА позволит не только добиться раннего обнаружения лесных пожаров, но и экономить материальные ресурсы.

### **Список литературы:**

1. Барталев С.А., Лупян Е.А. Результаты мониторинга лесных пожаров сезона 2019 года и пути повышения эффективности охраны лесов России. М.: Институт космических исследований РАН, 2020.
2. Организация и ведение гражданской обороны и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: Учебное пособие / Под общ. ред. Г.Н. Кириллова. – 6-е изд. – М.: Институт риска и безопасности, 2017. – 536 с.

## СЕКЦИЯ

### «ТРАНСПОРТНЫЕ КОММУНИКАЦИИ»

#### АВТОМАТИЗАЦИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПЕРЕВОЗОК

*Шапоренкова Екатерина Владимировна*

*студент,  
кафедра управление транспортным бизнесом и интеллектуальные системы,  
Российский университет транспорта (МИИТ),  
РФ, г. Москва  
E-mail: [kateshaporenkova1999@gmail.com](mailto:kateshaporenkova1999@gmail.com)*

*Анистратов Артем Викторович*

*студент, кафедра информационный системы цифровой экономики,  
Российский университет транспорта (МИИТ),  
РФ, г. Москва  
E-mail: [Feeld10@mail.ru](mailto:Feeld10@mail.ru)*

#### AUTOMATION OF LOGISTICS TRANSPORTATION

*Ekaterina Shaporenkova*

*student,  
Department of transport business management and intelligent systems,  
Russian University of transport (MIIT)  
Russia, Moscow*

*Artem Anistratov*

*student,  
Department of information systems of the digital economy,  
Russian University of transport (MIIT)  
Russia, Moscow*

#### АННОТАЦИЯ

В последние годы автоматизация логистических процессов получила широкое распространение среди многих предприятий. В статье рассматриваются проблемы логистических процессов, преимущества перехода организаций на автоматизированную логистику. Так же уделяется внимание принципам работы автоматизированных систем логистических процессов.

## ABSTRACT

In recent years, automation of logistics processes has become widespread among many enterprises. The article discusses the problems of logistics processes and the advantages of switching organizations to automated logistics. Attention is also paid to the principles of operation of automated systems of logistics processes.

**Ключевые слова:** логистика, автоматизация, логистическая автоматизация, транспортная логистика, автоматизированные системы

**Keywords:** logistics, automation, logistics automation, transport logistics, automated systems.

Все компании, в том числе те, основная деятельность которых является перевозка, заинтересованные в росте бизнеса и увеличения доходов, рано или поздно приходят к автоматизации логистических процессов, что позволяет решить множество проблем.

Перечислим наиболее распространенные проблемы, встречающиеся в логистике:

- Нерациональное использование транспортных средств.
- Сложности и потери в коммуникациях.
- Негативное влияние человеческого фактора.

Всё это неизбежно ведет к снижению продуктивности, а значит — оборота и доходов. Решением некоторых из этих проблем является автоматизация [1].

Автоматизация транспортной логистики развивается с большой скоростью. Компания Яндекс начал развивать направление беспилотных автомобилей. Так же в Германии уже тестируют беспилотные грузовики, а «КамАЗ» планирует запустить их в работу на российских дорогах уже в ближайшем будущем.

Однако логистическая автоматизация представляет собой не только футуристические технологии. Процесс планирования и учета перевозок происходит с помощью современных IT решений, которые существенно оптимизируют работу с перевозками, облегчают жизнь сотрудникам и помогают экономить.

Современные автоматизированные системы транспортной логистики дают возможность учитывать всю специфику заказов, подбирать оптимальный транспорт, строить эффективные маршруты и контролировать их выполнение. Это работает так: данные из информационной системы предприятия хранящиеся в базе данных экспортируются в регламентированном виде, который может быть как сильно структурированном виде(csv, xml, parquet, orcfile), так и слабо структурированном формате(json), либо протокол взаимодействия между базами данных (jdbc), после чего по ним в системе планируются маршруты, готовые маршрутные листы загружаются в маршрутную систему, на их основе система управления складом определяет время сборки заказа и подачу на рамку под погрузку, товар загружается со склада в очередности отправки машин и пунктов доставки на маршрут, запланированный маршрут сопоставляется с данными GPS в реальном времени, таким образом каждая единица транспорта и каждый заказ находятся под надежным контролем системы. При этом немаловажным аспектом внедрения автоматизированной системы является возможность ее интеграции с учетной системой предприятия.

В настоящее время на рынке программного обеспечения имеется широкий выбор средств автоматизации транспортной логистики, ориентированных на предприятия различного масштаба.

Чаще всего для автоматизации транспортной логистики применяется комплексное решение – например, система управления перевозками (TMS). Transportation Management System (TMS) – система управления транспортировками, которая является жизненно важным инструментом в процессе транспортировок грузов. Она интегрируется с ERP-системой компании и помогает контролировать все имеющиеся данные о транспортной сети, в том числе скорость, построение оптимальных маршрутов, предложения складов и распределения. TMS предоставляет эту информацию в чистом, удобном для понимания формате, который затем позволяет менеджеру принять оптимально эффективное решение [2].

Какие выгоды приносит автоматизация транспортной логистики?

Автоматизация помогает избавиться и устранить ошибки, которые были вызваны человеческим фактором. Информация о перевозках хранится в TMS: контакты ответственных лиц, данные о топливных надбавках и так далее. Увеличение расходов на транспортировку нередко связано с человеческими ошибками.

Автоматизация транспортной логистики, это инструмент, позволяющий более гибко управлять такими показателями как расходы, вследствие чего появляется возможность сократить затраты на логистику.

Отслеживание тарифов транспортных компаний в реальном времени позволяет опираться в расчетах не на теоретические предположения, а на актуальные данные. Более того, некоторые TMS выбирают наиболее выгодного перевозчика автоматически.

Функционал TMS поможет улучшить качество customer service. Благодаря автоматическому отслеживанию груза, учету страховки и расчету тарифа, клиенты всегда в курсе, во сколько обойдется перевозка и когда груз прибывает в место назначения. Расходы на систему в перспективе окажутся гораздо ниже, чем убытки от недовольного клиента. Наконец, TMS позволяет хранить все данные о перевозках в одном месте. Так проще следить за логистическими процессами, анализировать под разными углами данные из различных источников, вовремя выявлять ошибки и делать выводы [3].

### Список литературы:

1. Автоматизация транспортной логистики: как это работает URL: <https://rarus.ru/1c-branches/avtomatizatsiya-logistiki-upravlenie-avtotransportom/article-avtomatizatsiya-transportnoj-logistiki-kak-eto-rabotaet/> (дата обращения: 20.08.2020).
2. Воропаев А. Комплексное решение задач транспортной логистики // Автотрансинфо, 24 января 2011. № 1 (239). С. 17-24.
3. Автоматизация транспортной логистики URL: <https://www.artlogics.ru/blog/avtomatizacija-transportnoj-logistiki/> (дата обращения: 20.08.2020).

**СЕКЦИЯ**  
**«ЭНЕРГЕТИКА»**

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ  
ЗАЩИТЫ ОБЪЕКТОВ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

***Бекларян Анастасия Сергеевна***  
*студент инженерно-технических экспертиз и криминалистики,*  
*факультет заочного обучения,*  
*ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России*  
*РФ, г. Железногорск*  
*E-mail: [fzo@sibpsa.ru](mailto:fzo@sibpsa.ru)*

**IMPROVING THE FIRE PROTECTION SYSTEM FOR ENGINEERING  
FACILITIES**

***Anastasia Beklaryan***  
*student engineering and technical expertise and criminalistics*  
*of the faculty of distance learning Siberian fire and rescue Academy*  
*of the Ministry of emergency situations of Russia*  
*Russia, Zheleznogorsk*

**АННОТАЦИЯ**

В статье анализируются основные причины возникновения пожароопасных ситуаций на объектах машиностроения. Описываются горючие вещества и материалы, используемые в данных производствах.

Рассматриваются вопросы совершенствования системы противопожарной защиты объектов машиностроения путем применения газоаналитической системы с использованием газоанализаторов, для определения возможного пожара на конкретном участке подземных кабельных линий электропередачи.

На данном этапе развития в качестве системы раннего обнаружения пожара электрооборудования используется система на основе термосенсора и установленного газового датчика.

## ABSTRACT

The article analyzes the main causes of fire-hazard situations at engineering facilities. It describes the combustible substances and materials used in these industries.

The issues of improving the fire protection system of engineering facilities by applying a gas analysis system using gas analyzers to determine a possible fire on a specific section of underground cable transmission lines are considered.

At this stage of development, a system based on a thermosensor and an installed gas sensor is used as an early fire detection system for electrical equipment.

**Ключевые слова:** производственный объект, объект машиностроения, пожарная безопасность, газоаналитическая система, газоанализатор, кабельные электролинии.

**Keywords:** production facility, engineering facility, fire safety, gas analysis system, gas analyzer, cable lines.

Объекты машиностроения – крупные промышленные объекты, характеризующиеся высокой пожарной опасностью, а также сложностью технологических процессов. Количество работников в таких организациях достигает до 100 000 человек. Поэтому вопросу пожарной безопасности на этих объектах необходимо уделять особое внимание [1].

Пожарная безопасность – состояние защищенности личности, имущества, общества и государства от пожаров [2].

Рассмотрим статистические данные по пожарам на объектах машиностроения как производственных объектов. В таблице 1 приведены статистические данные по пожарам за последние 5 лет. Так как на территории объектов машиностроения зачастую присутствуют складские помещения, анализ количества пожаров и их последствий произведем с учетом зданий складского типа [3].

**Таблица 1.****Статистические данные возникновения пожаров  
на производственных объектах**

<b>Наименование здания (помещения) Показатели</b>	<b>Производственное</b>	<b>Складское</b>	<b>Общая численность</b>
<b>2014</b>			
Пожары, ед.	3099	1395	4494
Гибель на пожарах, чел.	113	14	127
Травмировано на пожарах, чел.	185	27	212
<b>2015</b>			
Пожары, ед.	2939	1319	4258
Гибель на пожарах, чел.	91	15	106
Травмировано на пожарах, чел.	158	35	193
<b>2016</b>			
Пожары, ед.	2693	1336	4029
Гибель на пожарах, чел.	122	29	151
Травмировано на пожарах, чел.	160	47	207
<b>2017</b>			
Пожары, ед.	2795	1430	4225
Гибель на пожарах, чел.	59	26	85
Травмировано на пожарах, чел.	135	53	188
<b>2018</b>			
Пожары, ед.	2813	1402	4215
Гибель на пожарах, чел.	71	20	91
Травмировано на пожарах, чел.	138	44	182

По данным таблицы 1, наблюдается незначительная динамика изменений пожарной обстановки на объектах машиностроения.

Отметим, незначительное снижение количества пожаров в производственных зданиях, при этом их количество в складских зданиях (помещениях) остается на прежнем уровне. Число погибших и травмированных людей на пожарах имеют тенденцию к снижению, но их уровень по-прежнему остается высоким. В результате проведенного анализа установлено, что система противопожарной защиты объектов машиностроения требует совершенствования,

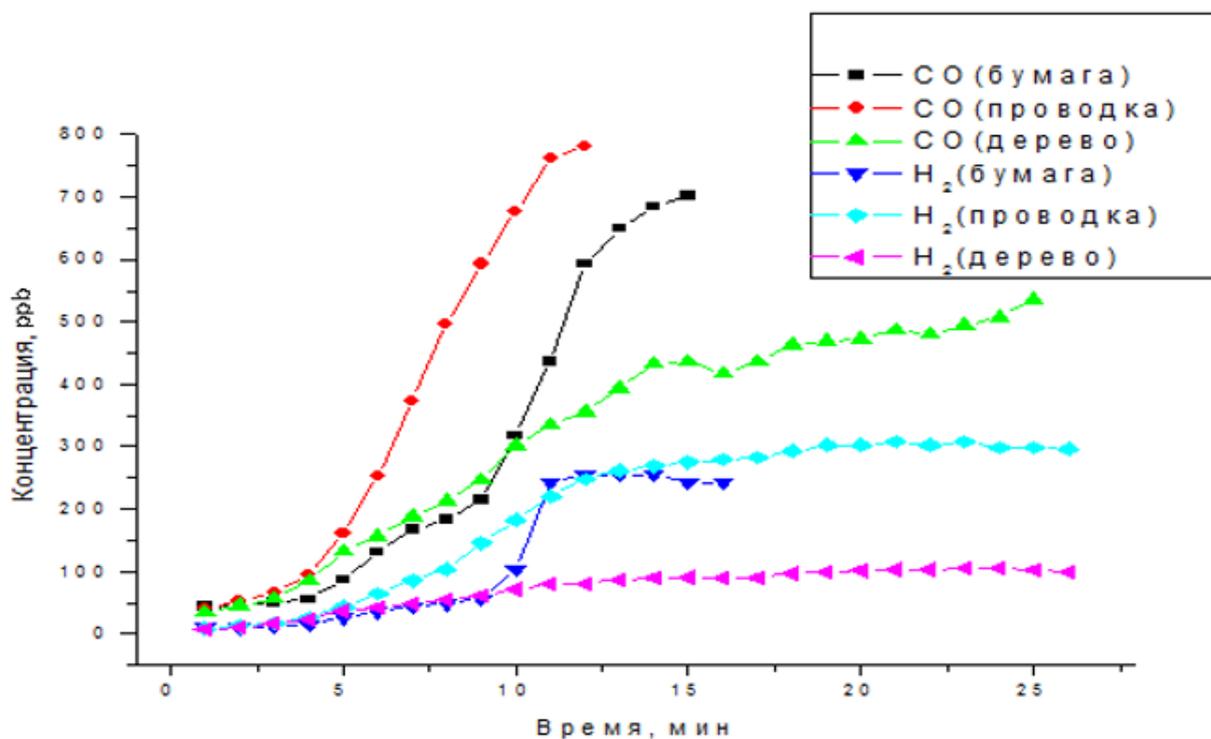
как в части защиты материальных ценностей, так и повышения безопасности людей, работающих на данных производствах.

Характеризуются данные объекты наличием на своей территории легковоспламеняющихся жидких и газообразных веществ таких как смесь пропан-бутана и природного газа, а также использованием значительного количества электроустановок повышенной мощности. Как правило, основной способ доставки электроэнергии осуществляется при помощи подземных кабельных электролиний, короткое замыкание которых может привести к их возгоранию, нанесению материального ущерба и созданию угрозы персоналу объекта. Пожарная нагрузка объектов машиностроения в небольшом количестве также включает твердые горючие вещества и материалы, например, мебель, выполненная из ткани и древесины [4].

Возникновение горения происходит в результате превышения токовых нагрузок, что приводит к перегреву изоляции всего сечения кабеля и возникновению открытого пламени. Вследствие потери изоляции соседних кабелей происходит серия коротких замыканий, что способствует прогрессированию горения. На площадь развития пожара также влияет длина части кабеля, подвергшаяся перегрузки.

Пожар в подземных кабельных каналах (туннелях) характеризуется наличием высоких температур и образования значительного количества продуктов неполного сгорания. Одной из причин является то, что в перекрытиях туннелей люки всегда закрыты (по условиям технологии) и выход продуктов горения возможен лишь через вентиляционные отверстия, которые расположены обычно по торцам отсека [5].

Исследования кандидата технических наук Лукьянченко Александра Андреевича показали, что при неполном сгорании поливинилхлоридов (являющихся распространенным материалом для изготовления изоляции токопроводящих жил и защитной оболочки проводов и кабелей) выделяется значительное количество оксида углерода и водорода относительно таких распространенных горючих материалов, как дерево, бумага и т.д. (рисунок 1) [6, 7].



**Рисунок 1. Выделение оксида углерода и водорода при пиролизе бумаги, древесины и изоляции электропроводов**

Поливинилхлорид по своим свойствам является не только горючим, но и токсичным. При его сгорании выделяются хлористый водород, оксид и диоксид углерода, цианистый водород, синильная кислота и другие токсичные продукты сгорания. Выделяемая при горении пластмассы двуокись углерода при вдыхании способна полностью вытеснить кислород из крови. Действие его на организм пролонгированное, так как вещество абсорбируется на легких. Доза в 0,3% смертельна для организма [7].

С учетом проанализированных особенностей пожара в кабельных электролиниях, для своевременного и достоверного обнаружения пожара наиболее перспективным считаем использование газоаналитической системы, которая реагируя на выделение оксида углерода из поливинилхлорида (электропроводов) на стадии тления будет способствовать определению участка возможного возникновения пожара, автоматически срабатывать на отключение (переключение) подачи электропитания. Газовые пожарные извещатели следует устанавливать в электрокоммуникационных шахтах подземного типа, в которых располагаются многочисленные кабельные линии электропередач. Это позволит

с наименьшей тратой времени определить место возможного возникновения пожара на участке кабельной линии и принять все необходимые меры по предотвращению его возникновения. Данная система имеет программируемый модуль, который позволит ее совместить с системой пожаротушения, таким образом получить автоматическую систему пожаротушения на основе определения газоанализатором оксида углерода.

На данном этапе развития пожарной безопасности существует подобная система раннего обнаружения пожара в электрооборудовании, отличительное свойство которой заключается в использовании термосенсора (наклейка с индикаторами температуры), который при нагреве выделяет сигнальный газ и газового датчика [8].

#### **Список литературы:**

1. Колесов И.М. Основы технологии машиностроения: Учебник для машиностроительных вузов. - М.: Машиностроение, 1997. - 592 с.
2. Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности».
3. Электронная энциклопедия пожарного дела. Статистика возникновения пожаров 2014-2018 гг. Режим доступа – [<https://www.wiki-fire.org>]
4. Справочная книга по охране труда в машиностроении / Г.В. Бектобеков, Н.Н. Борисова, В.И. Коротков и др.; Под общ. ред. О.Н. Русака – Л.: Машиностроение. Ленинград. отделение, 1989. - 541 с.
5. Микеев А.К. Противопожарная защита АЭС. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 432 с.
6. Федоров А.В., Лукьянченко А.А., Соколов А.В. Газовые пожарные извещатели - приборы раннего обнаружения пожара. Системы безопасности охранно-пожарная сигнализация. - м.: Гротек, 2006. - 32 с.
7. Лукьянченко А.А., Основы построения системы противопожарной защиты промышленных понижающих трансформаторов на основе газового контроля водорода [Текст], / Лукьянченко А.А., Иордан В.В., Софьяновский К.И., Щетнев К.П. // Сборник тезисов докладов международной научно-практической конференции – М.: Академия ГПС МЧС России.
8. Копылов С.Н., Технология раннего обнаружения пожаров, связанных с электрооборудованием, / Копылов С.Н., Копылов П.С., Елтышев И.П., Лесив А.В., Серебрянников Е.Е. // ФГУ ВНИИПО МЧС России, ООО «Термоэлектрика» - Казань – 2019.

## **ВНЕДРЕНИЕ «ЗЕЛеноЙ» ЭНЕРГЕТИКИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ**

***Иванская Диана Алексеевна***

*студент, кафедры «Автоматизированные системы электроснабжения»,  
ФГБОУ ВПО «Ростовский государственный университет путей сообщения»,  
РФ, г. Ростов-на-Дону  
E-mail: [ivanskayadiana@yandex.ru](mailto:ivanskayadiana@yandex.ru)*

***Яловой Валерий Яковлевич***

*научный руководитель, преподаватель  
ГБПОУ «Минераловодский колледж железнодорожного транспорта»  
РФ, г. Минеральные Воды*

## **INTRODUCTION OF "GREEN" ENERGY IN RAILWAY TRANSPORT**

***Diana Ivanskaya***

*student, Department of Automated Power Supply Systems,  
FSBEI HPE «Rostov State University of Railways»,  
Russia, Rostov-on-Don*

***Valery Yalovoy***

*scientific advisor, teacher  
GBPOU «Mineralovodsk College of Railway Transport»  
Russia, Mineralnye Vody*

## **АННОТАЦИЯ**

**Состояние вопроса:** Альтернативные источники энергии – данность нашего времени. Все больше сфер меняются в угоду чистому, экологичному будущему. Очередь дошла и до железнодорожной отрасли.

**Материалы и методы:** Был разработан и опробован ветрогенератор для крытого вагона.

**Результаты:** Был проведен эксперимент на макете ветрогенератора для крытого вагона.

**Выводы:** Использование разработанного устройства обусловлено начало применения «зеленой энергетики» на железнодорожном транспорте и достигается решение проблемы электроснабжения крытого вагона.

## ABSTRACT

**Background:** Alternative energy sources are a given of our time. More and more areas are changing in favor of a clean, eco-friendly future. The turn came to the railway industry.

**Materials and methods:** A wind generator for a covered car was developed and tested.

**Results:** An experiment was conducted on a model of a wind generator for a covered car.

**Conclusions:** The use of the developed device is due to the beginning of the use of "green energy" in railway transport and the solution of the problem of power supply of the covered car is achieved.

**Ключевые слова:** альтернативные источники энергии, ветроэнергетика, крытый вагон

**Keywords:** alternative energy sources, wind power, covered car.

## Введение

Альтернативные источники энергии – данность нашего времени. Все больше сфер меняются в угоду чистому, экологичному будущему. Очередь дошла и до железнодорожной отрасли.

Прорывом в транспортной сфере стало массовое создание автомобилей, использующих альтернативные виды энергии. Продвигая свою разработку, глава компании Tesla Илон Маск заявлял, что возобновляемые энергоисточники – гарант развития цивилизации. Но время шло, и сейчас электромобилем никого не удивишь. Другое дело – внедрение «зеленой» энергетики на железнодорожном транспорте.

Зарубежным примером применения «зеленой» энергетики на железнодорожном транспорте являются: Нидерланды с ветроэнергетикой, Германия с водородным двигателем, Австралии и Индии с солнечной энергетикой [1, 2].

## **Описание проблемы**

В России и странах СНГ на железнодорожном транспорте для перевозки грузов и людей используются различные типы вагонов. В частности, для перевозки воинских команд в период с мая по октябрь, а караулов, сопровождающих воинские грузы, круглогодично, используются крытые вагоны (рисунок 1). В крытых вагонах могут находиться экспедиторы, сопровождающие грузы, обслуживающий персонал при перевозке скота и птицы. В крытых вагонах в отличие от пассажирских, электрическое освещение не предусмотрено. Для освещения используются свечи, что влечёт за собой определённые неудобства и пожароопасность.

## **Решение проблемы**

Для решения проблемы освещения предлагается использовать ветрогенератор, закрепляемый в верхнем загрузочном люке (43) крытого вагона (рисунок 2). При движении состава всегда есть набегающий поток, вращающий крыльчатку генератора.

При использовании ветрогенераторов на крытых вагонах, в силу специфики железнодорожного транспорта, предпочтительнее генераторы с вертикальной осью вращения.

Основными преимуществами ветрогенераторов с вертикальной осью являются:

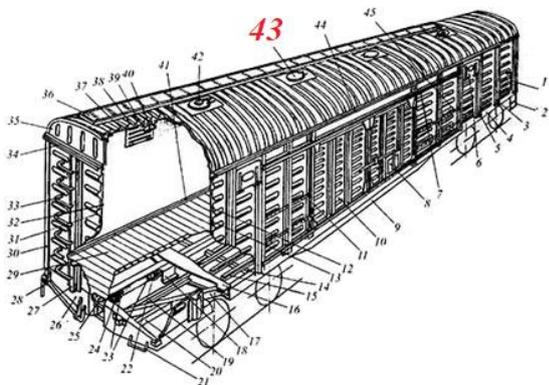
- простота конструкции, возможность изготовления практически любого типа своими руками;
- стабильность, устойчивость режимов работы, вызванная способностью одинаково реагировать на потоки ветра любого направления;

- отсутствие механизма наведения оси вращения на поток;

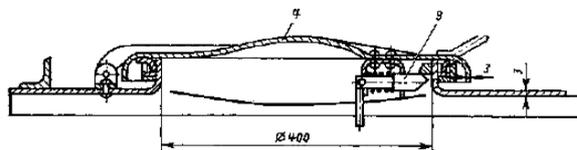
Основными недостатками ветрогенераторов с вертикальной осью являются:

- эффективность работы ниже, чем у горизонтальных конструкций;
- при работе устройство выдает шум, который сложно устранить;
- высокий уровень вибраций.

Для монтажа ветрогенератора требуется площадка, не имеющая вблизи препятствий, способных закрыть устройство от ветровых потоков. Высота подъема может быть относительно мала [3].



**Рисунок 1. Кузов 4-осного  
крытого вагона**



**Рисунок 2. Люк для установки  
ветрогенератора (43)**

Система работает следующим образом:

При движении вагона крыльчатка, выступающая над крышей вагона, вращается и передает момент на генератор, возникает электрический ток, используемый для освещения и для зарядки аккумулятора. На стоянке освещение производится от аккумулятора.

В состав оборудования входит (при использовании генератора постоянного тока):

- Ветрогенератор постоянного тока;
- Инвертор, преобразующий постоянный ток в 220 В 50 Гц переменного тока, для зарядки аккумуляторов мобильных телефонов, электробритв;
- Контроллер;
- Аккумулятор;
- Провода, кабели, вспомогательное оборудование.

### **Выводы и предложения**

Существуют два метода оценки результата: от общего к частному и от частного к общему. В данной работе придерживались второго варианта. Эффективность от применения ветрогенераторов на железнодорожном транспорте велика:

- решение проблемы освещения и быта транспортируемого персонала (личного состава, сопровождающих грузы и т. д.) в осенне-зимний период;
- наглядное представление результатов внедрения «зеленой» энергетики на транспорте;
- безопасность и экономичность;
- простота изготовления ветрогенератора.

Предлагаемые пути развития ветроэнергетики на железнодорожном транспорте заключаются в следующем:

- изготовление и демонстрация опытного образца;
- испытание изделия в реальных условиях, при необходимости корректировка конструкции;
- набор статистических данных;
- разработка предложений по практическому применению.

### **Список литературы:**

1. <https://www.eprussia.ru/epr/365/7508642.htm>
2. <https://www.rzd-partner.ru/zhd-transport/comments/energiya-vetra-dlya-rossiyskikh-poezdov-vozmozhno-li/>
3. <https://studref.com/527251/tehnika/vetroenergetika>

*ДЛЯ ЗАМЕТОК*

НАУЧНОЕ СООБЩЕСТВО СТУДЕНТОВ XXI СТОЛЕТИЯ.  
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

*Электронный сборник статей по материалам XIII студенческой  
международной научно-практической конференции*

№ 9 (92)  
Сентябрь 2020 г.

В авторской редакции

Издательство ООО «СибАК»  
630049, г. Новосибирск, Красный проспект, 165, офис 5.  
E-mail: mail@sibac.info

16 +



**СибАК**  
[www.sibac.info](http://www.sibac.info)

