

**НАУЧНЫЙ  
ФОРУМ**  
nauchforum.ru

ISSN 2618-9402



LVI Студенческая международная  
заочная научно-практическая  
конференция

**ТЕХНИЧЕСКИЕ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ.  
СТУДЕНЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ  
№11(56)**

г. МОСКВА, 2022



# ТЕХНИЧЕСКИЕ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ. СТУДЕНЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ

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

№ 11 (56)  
Декабрь 2022 г.

Издается с февраля 2018 года

Москва  
2022

УДК 62+51  
ББК 30+22.1  
Т38

Председатель редколлегии:

*Лебедева Надежда Анатольевна* – доктор философии в области культурологии, профессор философии Международной кадровой академии, г. Киев, член Евразийской Академии Телевидения и Радио.

Редакционная коллегия:

*Волков Владимир Петрович* – кандидат медицинских наук, рецензент АНС «СибАК»;

*Елисеев Дмитрий Викторович* – кандидат технических наук, доцент, начальник методологического отдела ООО "Лаборатория институционального проектного инжиниринга";

*Захаров Роман Иванович* – кандидат медицинских наук, врач психотерапевт высшей категории, кафедра психотерапии и сексологии Российской медицинской академии последипломного образования (РМАПО) г. Москва;

*Зеленская Татьяна Евгеньевна* – кандидат физико-математических наук, доцент, кафедра высшей математики в Югорском государственном университете;

*Карпенко Татьяна Михайловна* – кандидат философских наук, рецензент АНС «СибАК»;

*Костылева Светлана Юрьевна* – кандидат экономических наук, кандидат филологических наук, доц. Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ (РАНХиГС), г. Москва;

*Попова Наталья Николаевна* – кандидат психологических наук, доцент кафедры коррекционной педагогики и психологии института детства НГПУ;

**Т38 Технические и математические науки. Студенческий научный форум.** Электронный сборник статей по материалам LVI студенческой международной научно-практической конференции. – Москва: Изд. «МЦНО». – 2022. – № 11 (56) / [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: [https://nauchforum.ru/archive/SNF\\_tech/11\(56\).pdf](https://nauchforum.ru/archive/SNF_tech/11(56).pdf)

Электронный сборник статей LVI студенческой международной научно-практической конференции «Технические и математические науки. Студенческий научный форум» 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.

## Оглавление

<b>Секция 1. Технические науки</b>	<b>6</b>
ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАТФОРМЫ THENIVE, КАК ОДИН ИЗ МЕТОДОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	6
Аронин Алексей Андреевич Тезин Александр Васильевич Андреев Сергей Юрьевич	
ТАРГЕТИРОВАННАЯ РЕКЛАМА В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ	12
Ахметова Алсу Рустамовна Бикеева Наталья Геннадьевна	
МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ СОЗДАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ИСПЫТАНИЯМИ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ	15
Дьяченко Артем Игоревич Павленко Олег Вадимович Соколов Олег Аркадьевич	
МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТКАЗОВ В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ВОЗДУШНЫМ СУДНОМ	20
Дьяченко Артем Игоревич Гаранин Марк Станиславович Соколов Олег Аркадьевич	
ОБЗОР СИСТЕМ ЭЛЕКТРОННОГО СУДЕЙСТВА СОРЕВНОВАНИЙ ПО ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ГИМНАСТИКЕ	26
Елисеев Александр Андреевич Петелин Александр Евгеньевич	
НЕГАТИВНОЕ ВЛИЯНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ НА ПРОИЗВОДСТВО ПОЛЁТОВ	29
Колос Артём Владимирович Крыков Иван Сергеевич Соколов Олег Аркадьевич	
АВТОМАТИЗАЦИЯ ВКЛЮЧЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЯ РЕЗЕРВНЫХ ПРИБОРОВ НА ВС МАЛОЙ АВИАЦИИ	38
Кузьмин Вячеслав Игоревич Коротяев Иван Владимирович Соколов Олег Аркадьевич	
СПОСОБ РАЗОГРЕВА ВЯЗКИХ НАЛИВНЫХ ГРУЗОВ В ЗИМНИХ УСЛОВИЯХ	45
Курочкин Руслан Алексеевич Курочкин Валерий Анатольевич	

РЕЖИМЫ РАБОТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ Мельников Даниил Алексеевич Костырин Даниил Сергеевич Павлова Светлана Валерьевна	48
НЕОБХОДИМОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ АКТИВНЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ВЫКАТЫВАНИЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ ЗА ПРЕДЕЛЫ ВПП Павленко Олег Вадимович Соколов Олег Аркадьевич	55
ПОВЫШЕНИЕ ЗАЩИЩЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОТОКОЛА SIP В IP-АТС НА ПЛАТФОРМЕ ASTERISK Перминов Александр Андреевич Тезин Александр Васильевич Колесников Александр Александрович	63
ВОДОРОД КАК АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ВИД ТОПЛИВА Скориков Владислав Русланович	74
ЗАВИСИМОСТЬ РЕЗКОГО УВЕЛИЧЕНИЯ СИЛ В ТОЧКЕ ПЕРЕХОДА ПРЯМОГО УЧАСТКА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ В ПЕРЕХОДНУЮ КРИВУЮ Туманов Дмитрий Олегович	81
ВЛИЯНИЕ МОБИЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ИНФОРМАЦИОННУЮ ИНФРАСТРУКТУРУ ФИНАНСОВЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ Устюжанинова Дарья Сергеевна Бикеева Наталья Геннадьевна	88
<b>Секция 2. Физико-математические науки</b>	<b>98</b>
ПОТЕРЯ НАПРЯЖЕНИЯ В ДВУХПРОВОДНОЙ МЕДНОЙ ЛИНИИ ПРОЛОЖЕННОЙ ОТКРЫТО Ермоленко Артур Валерьевич Луговской Кирилл Владимирович Павлова Светлана Валерьевна	98
РАСЧЕТ МАГНИТОПРОВОДОВ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ РЕЛЕ Петров Максим Сергеевич Минисламов Иван Алексеевич Павлова Светлана Валерьевна	103

МАГНИТНАЯ ЛЕВИТАЦИЯ  
Назаров Никита Ильич  
Семенов Кирилл Николаевич  
Павлова Светлана Валерьевна

113

# СЕКЦИЯ 1.

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

### ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАТФОРМЫ THEHIVE, КАК ОДИН ИЗ МЕТОДОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

*Аронин Алексей Андреевич*

*Академия ФСО России,  
РФ, г. Орел*

*Тезин Александр Васильевич*

*научный руководитель,  
канд. техн. наук, доцент, сотрудник,  
Академия ФСО России, РФ, г. Орел*

*Андреев Сергей Юрьевич*

*научный руководитель, канд. техн. наук,  
сотрудник, Академия ФСО России,  
РФ, г. Орел*

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются актуальные вопросы обеспечения информационной безопасности по средствам платформы TheHive, которая обеспечивает сбор, обработку и анализ сведений об инцидентах безопасности.

**Ключевые слова:** информационная безопасность, инцидент безопасности.

Современный мир просто невозможно представить без обмена информацией, использования и хранения данных, поэтому нельзя не заметить глобальный процесс информатизации, который затрагивает почти все сферы общества и порождает зависимость от неотъемлемого информационного пространства, играя весьма значимую роль в жизни каждого. Естественно данный процесс имеет и негативные стороны, которые сходятся в понятии информационная война. Данный фактор способствует необходимости рассмотрения термина “Информационная безопасность”. Информационная безопасность (далее ИБ) – это состояние защищенности информации (данных), при котором обеспечены ее (их)

конфиденциальность, доступность и целостность [1]. В следствии необходимости защитить данные существует большое количество методов и средств, чтобы это обеспечить, например: нормативно-правовые, организационные, физические, программные. На последних остановимся поподробнее. Данными средствами могут служить:

- антивирусы;
- средства разграничения доступа;
- инструменты виртуализации;
- программные межсетевые экраны;
- DLP-системы;
- SIEM-системы.

Но, не стоит забывать, что данные средства по одиночке не могут обеспечить полную безопасность вашей информации, находящейся на устройстве, поэтому чаще всего они применяются совместно.

Каждая попытка нарушения информационной безопасности создает инцидент безопасности – событие, являющееся следствием одного или нескольких нежелательных или неожиданных событий ИБ, имеющих значительную вероятность компрометации бизнес-операции и создания угрозы ИБ [2].

Рассмотрим платформу TheHive, которая работает на основе получения сведений об инцидентах информационной безопасности. TheHive – это масштабируемая бесплатная платформа, которая не оставляет без внимания инциденты безопасности 3-в-1 с открытым исходным кодом, имея большие возможности, данная платформа успешно используется SOC, CSIRT, CERT и других специалистов по информационной безопасности, работающих с инцидентами безопасности, возможности которых необходимо узнать и оперативно на них среагировать. Платформы TheHive и MISP успешно дополняют друг друга. Предоставляется возможность осуществить синхронизацию платформы с одним или несколькими экземплярами MISP, чтобы начать изучение событий MISP (рисунок 1). Результаты работы можно экспортировать как событие MISP, для осуществления взаимодействия с другими специалистами [3].



TheHive предоставляет множество возможностей, активно используясь специалистами в информационной безопасности:

- одновременность работы над инцидентом безопасности;
- разработка шаблонных действий;
- анализ событий безопасности.

Рассмотри каждый из них.

Одновременность работы над инцидентом безопасности предоставляет возможность реагировать сразу нескольким специалистам в режиме онлайн, успешно разбивая между собой задачи. При этом создаются мультитенантные среды, которые позволяют определить различные команды и задачи для каждой из них, также предоставляется возможность настройки ролей и разрешений.

Разработка шаблонных действий обеспечивает доступ к уже осуществлённым алгоритмам реагирования по данному типу инцидента. Каждый случай можно решить, используя механизм разбиения задач, и вместо того, чтобы добавлять каждый раз существующее решение TheHive предлагает использовать шаблонное. Платформа предоставляет полный доступ к документированным API для реализации рабочих процессов или разработки любых автоматизированных сценариев.

Анализ событий безопасности – платформа автоматически осуществляет анализ и идентифицирует наблюдаемые объекты, которые были обнаружены в ходе работы с предыдущими инцидентами безопасности, также данная возможность разрешает использовать функцию “Управление оповещениями”, которая позволяет осуществить настройку реагирования, определяя должен ли определенный инцидент отправлен на обработку или сразу отреагировать на него. В платформу также встроен механизм динамической панели мониторинга, который позволяет осуществлять сбор и сопоставление статистики по обращениям, задачам, метрикам для создания необходимых KPI и MBO [4].

Рассмотрим основные характеристик платформы:

- мультивладение;
- RBAC;

- аутентификация;
- интеграции.

Мультивладение обеспечивает поддержку сразу нескольких пользователей, при этом могут выполняться два режима: разрозненный, когда организациям не предоставляется возможность обмениваться данными и совместный, в этом случае организациям имеют возможность решать задачи реагирования на инцидент вместе, при этом их действия регламентируются механизмом настраиваемых пользователей (RBAC).

RBAC – механизм настройки ролей и разрешений. Платформа TheHive включает в себя базовые наборы разрешений:

- **admin**: полные административные права, отсутствие возможности управления решением задач по реагированию на инцидент безопасности;
- **org-admin**: имеет разрешение на управление пользователями и всей конфигурацией на уровне организатора, в отличие от роли **admin**, может редактировать задачи, решения, наблюдаемые инциденты безопасности, а также осуществлять запуск анализатора;
- **analyst**: предоставляется возможность создания и редактирования задач, наблюдений, а также имеет разрешение на запуск анализатора;
- **read-only**: имеет разрешение только на чтение информации о инцидентах безопасности и задачах.

Администратор платформы имеет возможность на создание новых профилей платформы.

Платформа поддерживает следующие механизмы аутентификации:

- **локальный аккаунт**: создаёт сеанс, если предоставленный логин и пароль или ключ API верны в соответствии с локальной базой данных пользователей;
- **каталог active**: использует Microsoft ActiveDirectory для аутентификации пользователей;
- **LDAP**: использует сервер каталогов для аутентификации пользователей;
- **базовая аутентификация**: аутентифицирует HTTP-запросы, используя логин и пароль;

- ключи API: Аутентифицирует HTTP-запросы с помощью ключа API, указанного в заголовке авторизации;
- OAUTH2: аутентифицируйте пользователя с помощью внешнего сервера проверки подлинности OAuth2;
- многофакторная аутентификация.

Возможность интеграции TheHive даёт возможность работать с другими платформами (рисунок 1):

- MISP;
- Cortex;
- DigitalShadows;
- Zerofox.

**Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.**

### *Рисунок 1. Схема интеграции платформы TheHive*

Объединение с MISP позволяет импортировать события безопасности из одного или нескольких его экземпляров.

Взаимодействие с Cortex обеспечивает качественный анализ инцидентов безопасности.

TheHive, при взаимодействии с DigitalShadows и Zerofox, использует их как источник предупреждений, импортируя из них инциденты, полученные платформами, просматривая и преобразовывая их для дальнейшего анализа и реагирования [5].

Итак, TheHive – IRP-платформа с функциональными возможностями, которые необходимы для выполнения базовых задач управления инцидентами. Система достаточно гибкая для взаимодействия с продуктами, предназначенных для реагирования на инциденты безопасности. Платформа является оптимальным решением для обеспечения информационной безопасности, осуществляя сбор данных и проведение анализа, а также содержит в себе мощные модули реагирования на внешние воздействия на защищаемый объект.

## Список литературы:

1. ГОСТ Р 53114-2008 Защита информации. Обеспечение информационной безопасности в организации. Основные термины и определения. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200075565> (дата обращения: 17.10.2022).
2. ГОСТ Р 53114-2008 Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Менеджмент инцидентов информационной безопасности. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200068822> (дата обращения: 17.10.2022).
3. TheHive-project. – [Электронный ресурс] – Режим доступа. – <https://github.com/TheHive-Project/TheHive#readme> (дата обращения: 17.10.2022).
4. TheHive. Техническая документация. – [Электронный ресурс] – Режим доступа. – <https://docs.strangebee.com/> (дата обращения: 17.10.2022).
5. TheHive Project Documentation. Техническая документация. – [Электронный ресурс] – Режим доступа. – <http://docs.thehive-project.org/thehive/installation-and-configuration/configuration.authentication/> (дата обращения: 17.10.2022).

## ТАРГЕТИРОВАННАЯ РЕКЛАМА В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ

**Ахметова Алсу Рустамовна**

студент,  
ФГБОУ ВО Казанский государственный  
энергетический университет,  
РФ, г. Казань

**Бикеева Наталья Геннадьевна**

старший преподаватель,  
ФГБОУ ВО Казанский государственный  
энергетический университет,  
РФ, г. Казань

В современное время существуют особые инструменты, которые помогают более точно определять целевую аудиторию, дифференцируя интернет-пользователей на основании заданных характеристик, выстраивая с ними эффективную коммуникацию.

Одним из этих инструментов является таргетированная реклама.

Таргетинг- это комплекс методов, с помощью которых можно “отфильтровать” аудиторию, оставив только пользователей, удовлетворяющих заданным параметрам.

Таргетированной рекламой, в свою очередь, называют такую форму рекламы, которая направлена на аудиторию с определенными чертами характера, основанными на продукте или человеке, которого рекламодатель продвигает[1].

Эффективность рекламной кампании будет зависеть от того, насколько правильно введены настройки таргетированной рекламы в соцсетях. Ключевыми опциями для этого являются:

- местоположение (геотаргетинг)

Географический таргетинг направлен на привязку объявления к определенной местности (административно-территориальной единице: город, район, улица и др. [2])

- интересы

Таргетинг по интересам позволяет сформировать информацию об интересах целевой аудитории [3] и предоставить рекламодателям сегменты со схожими

увлечениями, отмеченные в соответствующих группах в социальных сетях, на тематических форумах, сайтах.

- время показа

Временной таргетинг позволяет рекламодателям ограничить демонстрацию объявлений в определенные промежутки суток.

- социально- демографические характеристики

Данный вид таргетинга предполагает использование гендерно-возрастной принадлежности для настроек рекламы на нужный портрет потребителя.

При настройке таргетированной рекламы необходимо опираться на настройки используемых устройств для входа. Можно таргетироваться по операционным системам, браузерам, персональным компьютерам и мобильным гаджетам. В практической деятельности маркетологи обычно комбинирует разные виды таргетинга.

Таргетинг представляет следующие преимущества рекламодателям:

- гиперсегментация потенциальных потребителей;
- невысокая стоимость рекламных сообщений;
- легкость и гибкость настройки, тестирования и запуска кампании;
- удобная и быстрая оптимизация рекламного объявления, связанная с удобства расчета его эффективности.

Тем не менее, помимо преимуществ, следует также учитывать недостатки таргетинга [4]:

- необходимость регулярного обновления информации;
- низкий уровень конверсии;
- ограничение на рекламу определенных продуктов;

### **Особенности таргетированной рекламы в социальной сети “ВКонтакте”**

Это самая популярная социальная сеть для запуска таргетированной рекламы, так как аудитория «ВКонтакте» в России самая большая. Платформа предлагает два способа размещения объявлений:

1. Реклама в сообществах. Такие объявления запускаются через маркет-платформу с целью выйти на аудиторию крупных сообществ

2. Таргетированная реклама. “VK” предлагает несколько мест размещения объявлений: под меню в левой части экрана и в ленте пользователя. Есть различные форматы – можно рекламировать один из постов сообщества, сайт, личную страницу[5].

Таргетинг в соцсети «ВКонтакте» пользуется высоким спросом в том числе благодаря гибким настройкам. Помимо стандартных характеристик, ВК предлагает много других вариантов выйти на ЦА: например, можно указать музыкантов, которых слушают пользователи, «затаргетиться» на подписчиков конкретных сообществ или указать ключевые фразы – темы, которыми интересуются потенциальные клиенты.

### **Список литературы:**

1. Trafficcardinal. Режим доступа: <https://trafficcardinal.com/post/chto-takoe-targhietingh>
2. Куликова О.М. Оценка состояния рынка мобильных устройств / Куликова О.М., Судорова С.Д. // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования.- 2020. С. 66-72.
3. Яндекс. Дзен. Режим доступа: <https://dzen.ru/calltouch>.
4. Spark. ru Режим доступа: <https://spark.ru/startup/mello/blog/56159/plyusi-i-minusi-targetirovannoj-reklami>.
5. 360 MEDIA. Режим доступа: <https://360-media.ru/blog/smm/targetirovannaya-reklama-v-sotsialnyh-setyah/>

## **МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ СОЗДАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ИСПЫТАНИЯМИ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ**

***Дьяченко Артем Игоревич***

*студент,  
Санкт-Петербургский государственный  
университет гражданской авиации  
имени Главного маршала авиации А.А. Новикова,  
РФ, г. Санкт-Петербург*

***Павленко Олег Вадимович***

*студент,  
Санкт-Петербургский государственный  
университет гражданской авиации  
имени Главного маршала авиации А.А. Новикова,  
РФ, г. Санкт-Петербург*

***Соколов Олег Аркадьевич***

*научный руководитель, канд. техн. наук, доц.  
кафедры №13 «Системы автоматизированного управления»,  
Санкт-Петербургский государственный университет  
гражданской авиации  
имени Главного маршала авиации А.А. Новикова,  
РФ, г. Санкт-Петербург*

Создание новых и модернизация существующих агрегатов авиационной техники всегда сопровождаются и завершаются сложнейшими процессами их наземных и летных испытаний. Эти стадии разработки авиационных изделий реализуются испытательными центрами – специально организационно – техническими структурами. В данной работе будут представлены результаты системного анализа проблематики создания автоматизированных систем управления (АСУ). Обосновывается ключевая роль разработки АСУ летными экспериментами в ходе создания АСУ. Обосновывается необходимость отечественных методологий и технологических стандартов концептуального проектирования систем баз данных.

Основой разработки подсистем АСУ в авиации являются процессы проектирования соответствующих баз данных, эффективность реализации которых в основном и задает уровень целесообразности и способности к развитию



конкретных систем. Функционирование каждого элемента испытательного центра представляет собой согласованную целенаправленную деятельность высококвалифицированных специалистов, реализующих различные виды обеспечения испытаний (материально-техническое, метрологическое, и др.), непосредственную организацию и планирование, техническую подготовку и эксплуатацию испытываемых ОАТ, разработку летных экспериментов, выполнение полетов, а также эксплуатацию и применение измерительных комплексов, обработку результатов экспериментов и оформление документации.

Многие исследователи и практики в области испытаний авиационной техники отмечают сохраняющуюся до сих пор актуальность и высокую степень сложности автоматизации ее процессов. Далее кратко представим результаты выполненного авторами системного анализа проблем и направлений создания

### **Трудности, направления, очередность и основа создания**

Рассматриваемые процессы предметной области «Испытания ОАТ» обладают организационной и технологической сложностью, большой продолжительностью и высокой стоимостью. До сих пор, они не обеспечены не только автоматизированной системой их сопровождения, но и не имеют стандартов аппаратно-информационной совместимости и эффективности отдельных комплексов средств автоматизации решения задач испытания авиационной техники. Целесообразность и необходимость информационной совместимости определяется принципом единства только пути ее реализации. Именно таким путем возможно создание перспективной АСУ для испытания техники, которая по функционально-целевому предназначению и реализации будет являться распределенным автоматизированным банком данных, обеспечивающим существование и поддержку актуального состояния единого информационного пространства для области разработки и испытаний.

Основные системотехнические трудности создания АСУ ИАТ определяются:

- огромной многомерностью информационного пространства, которое должно моделировать и динамически корректно отображать состояния соответствующих процессов, объектов и связей;

- отсутствием отечественных стандартизированных методологий и технологий, являющихся до настоящего времени чрезвычайно актуальными направлениями научных исследований.

Фундаментом автоматизации процессов функционирования ОТС является концепция интегрированных систем баз данных, определяющая основные технологические аспекты проектирования перспективных информационных и управляющих систем для различных сфер применения. Теоретической базой таких технологий являются различные методологии проектирования систем баз данных, которые сегодня имеют практическое воплощение в целом ряде технологических решений.

### **Схема функциональной архитектуры асу летными экспериментами**

Модель основных подсистем технической инфраструктуры систем измерений и оценки значений физических величин, параметров и характеристик ОАТ, используемых в ходе и в результате ЛЭ, можно разделить на три основных блока:

- 1) формирование цифровых значений  $Y(t)$  аналоговых и цифровых сигналов от различных бортовых и наземных приборов – уровень (интерфейс) аналогово-цифровых преобразований (ИАЦП) или первичной обработки измерений;

- 2) формирование значений оценок измеряемых физических величин и параметров  $X(tt)$  объекта испытания (эксперимента) на основе полученных значений измерений – уровень (интерфейс) формирования обновляемых данных (ИОД) или вторичной обработки измерений (получение значений оценок, например: скорости, курса, тангажа, крена, координат, силы ветра и т. п.);

Таким образом, технические комплексы, предназначенные для мониторинга и управления летными экспериментами и соответствующие сформулированным выше требованиям (обладающие рассмотренными свойствами), должны

создавать основу адаптивной к условиям применения и требованиям развития инфраструктуру из перспективных мобильных модульных измерительных комплексов (МЗИК), способных к оперативному развертыванию на существующих и вновь создаваемых испытательных полигонах.

### **Модель формирования и применения СБД для АСУ летными экспериментами**

Любой из рассмотренных вариантов реализации аппаратно-программной инфраструктуры АСУ ЛЭ должен обеспечивать функционирование СБД, являющейся интегрированной динамической информационной моделью (ДИМ) системы функциональных областей «подготовки», «выполнения», «обработки» и «оценки результатов измерений, параметров и характеристик» испытываемых ОАТ.

В общем виде систему управления летными экспериментами и место в ней СБД можно представить схемой, связывающей объект управления (организационно-техническая система, реализующая эксперимент) и орган управления (лица, осуществляющие мониторинг и оценку хода эксперимента) процессами сбора, накопления, обработки данных и выработки управляющих воздействий.

Здесь  $X(t)$  – вектор состояния объекта управления в каждый момент времени. Орган управления получает информацию о значениях элементов  $XX(tt)$  в виде значений вектора измерения  $YY(tt) = GG(XX(tt))$ . Векторы  $XX$  и  $YY$  в общем случае имеют разную размерность. На основе поступающей информации  $YY(tt)$  орган управления осуществляет оценку значений элементов вектора  $XX(tt)$  и формирует управляющие воздействия в виде вектора управления экспериментом  $UU(tt) = LL(XX(tt))$ . Состояние объекта управления в любой момент времени  $tt > tt'$  характеризуется и может быть описано (но это не всегда возможно) с помощью системы уравнений связи:  $XX(tt) = FF(XX(tt'), WW(tt', tt), UU(tt'))$ , а фиксируемые значения вектора измерения, зависящие от значений  $XX(tt)$  и помех  $qq(tt)$ , действующих на ТСИ, можно записать в виде  $YY(tt) = GG(XX(tt), qq(tt))$ . Вычисляемые оценки значений вектора  $XX(tt)$

используются органом управления для формирования управляющих воздействий  $UU(tt'')$ ,  $tt'' > tt$ , изменяющих ход выполнения летного эксперимента. СБД, являясь центральным системообразующим элементом в рассматриваемой схеме, обеспечивает накопление, сохранение и обновление значений описаны выше элементов в темпе и соответствии с необходимой частотой слежения за состояниями объекта управления.

### **Заключение**

Представленные выводы и предложения могут быть использованы при формировании направлений научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, обеспечивающих ускоренную разработку АСУ ИАТ на базе концептуальных моделей СБД ее подсистем.

### **Список литературы:**

1. Всероссийская научно-техническая конференция «Научные чтения по авиации, посвященные памяти Н.Е. Жуковского»: сборник докладов. М.: Издательский дом Академии имени Н.Е. Жуковского, 2014. 552 с.
2. Марка Д. Методология структурного анализа и проектирования / Д. Марка, К. Мак-Гоуэн. М.: Метатехнология, 1993. 240 с.
3. Маклаков С.В. Моделирование бизнес-процессов с All Fusion Process Modeler / С.В. Маклаков. М.: Диалог-МИФИ, 2008. 224 с.
4. Горшков П.С. Ресурсно-ограничительный метод исследования сложных информационных систем / П.С. Горшков, Б.И. Бачкало. М., 2008. 274 с.

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТКАЗОВ В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ВОЗДУШНЫМ СУДНОМ

**Дьяченко Артем Игоревич**

*студент,*

*Санкт-Петербургский государственный*

*университет гражданской авиации*

*имени Главного маршала авиации А.А. Новикова,*

*РФ, г. Санкт-Петербург*

**Гаранин Марк Станиславович**

*студент,*

*Санкт-Петербургский государственный*

*университет гражданской авиации*

*имени Главного маршала авиации А.А. Новикова,*

*РФ, г. Санкт-Петербург*

**Соколов Олег Аркадьевич**

*научный руководитель, канд. техн. наук,*

*доц. кафедры №13 «Системы автоматизированного управления»,*

*Санкт-Петербургский государственный университет*

*гражданской авиации*

*имени Главного маршала авиации А.А. Новикова,*

*РФ, г. Санкт-Петербург*

## Введение

В настоящее время возросла потребность в производстве современных высокоэффективных ВС гражданского назначения. Это влечет за собой развитие технологий авиастроения: применение композиционных материалов в конструкции ВС и силовых установках; совершенствование алгоритмов при проектировании систем управления; повышение аэродинамических характеристик ЛА и другие. Необходимо отметить, что современные самолеты оборудуются высокотехнологичными средствами, такими как электронная дистанционная система управления (ЭДСУ), электрогидравлические рулевые приводы (ЭГОУ) и электрические рулевые приводы (ЭОУ), обладающими высокой надежностью и многократным резервированием.

Возможность обнаружения с дальнейшей локализацией отказов органов управления имеет большое значение в обеспечении БП, а также необходима для

реализации сертификационных требований, предъявляемых к СУ самолетов гражданской авиации (ГА).

За последнее десятилетие потеря управляемости, связанная с отказами органов управления ВС, является ведущей причиной АП со смертельным исходом. «Как минимум один человек погибает в половине всех случаев АП вследствие потери управляемости. В случаях потери управляемости авиационное событие редко заканчивается инцидентом из-за высокой степени повреждения самолета». Некоторые из таких АП представлены в таблице.

*Таблица 1.*

**Авиационные происшествия вследствие потери управляемости самолета**

Дата АП	Тип ВС	Описание/причины АП
16.02.2000	DC-8	Потеря управляемости по тангажу в результате отказа правого руля высоты
31.01.2000	MD-83	Потеря управляемости по тангажу самолета в результате отказа в полете горизонтального стабилизатора
09.08.1994	B737-300	Отклонение руля направления в противоположное направление в результате заклинивания
03.03.1991	B737-291	Потеря управляемости самолета в результате отклонения руля направления за пределы допустимого значения

Потеря управляемости самолета является одной из значимых проблем авиации, требующей новых технологических решений. Анализ статистических данных АП ВС показывает, что четверть таких событий возникает вследствие отказов и неисправностей органов управления самолетом, что является чрезвычайно катастрофическим по результативности, поскольку они чаще возникают на этапах полета, где вероятность избежать крушения ВС очень мала, что приводит к многочисленным жертвам и пострадавшим. Стремление решать проблемы потери управляемости и устойчивости ВС привело к развитию конструктивных решений отказоустойчивых систем и систем резервирования агрегатов ВС, а также применению высокоинтеллектуальных систем управления.

Электродистанционная система управления является одним из функциональных способов решения, предложенных для устранения проблем потери управляемости ВС. Однако возможности данной системы ограничены. Наряду со снижением вероятности обнаружения отказа также снижаются показатели

процесса технической эксплуатации ЛА (ПТЭ) из-за увеличения количества ложных сигналов, которые в свою очередь увеличивают эксплуатационные затраты, способствующие увеличению времени нахождения ЛА в неисправном состоянии и снижающие показатель готовности ВС к полету, что является нежелательным с точки зрения эффективности ПТЭ. Целью настоящей статьи является анализ опасности отказов органов управления воздушного судна.

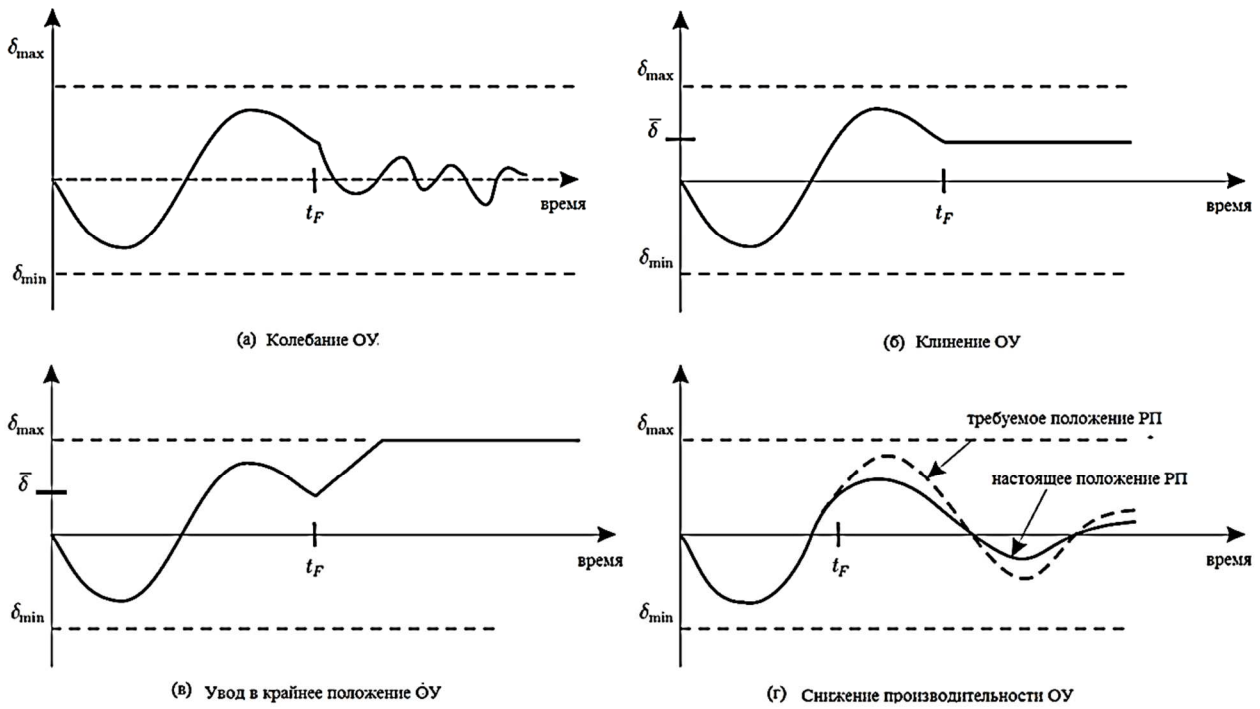
### **Формализованная модель отказов**

Нерасчетное функционирование (отказы) органов управления ВС может быть вызвано различными причинами. Основные из которых следующие.

Отказ органов управления: представляет собой полную или частичную потерю управления. Отказы ОУ могут возникать в результате обгорания или обрыва кабельных линий, короткого замыкания, повреждения, попадания посторонних предметов в привод ОУ и т. д. Отказ ОУ, приводящий только к частичной потере работоспособности, может возникать в результате гидравлической утечки, снижения напряжения питания или в результате нерасчетного повышения внешней нагрузки и т. д.

Отказ датчика обратной связи представляет собой неправильные показания датчиков, их также можно разделить на частичные и полные отказы датчиков. Полный отказ датчика показывает информацию, не отражающую реальное значение измеряемого параметра.

Повреждение рулевой поверхности приводит к изменениям физических параметров системы. Например, массовых или аэродинамических коэффициентов; или констант демпфирования и подобных, которые зачастую являются следствием структурных повреждений или разрушения конструкций. Такие отказы разнообразны и охватывают обширный класс нерасчетных случаев. На рис. 1. представлены виды отказов ОУ самолетом.



**Рисунок 1. Виды отказов органов управления самолетом**

Известны разные методы, применяемые для описания модели отказов органов управления. В целом моделирование отказов ОУ математически описывается методами, представленными на рис. 2.



**Рисунок 2. Виды математического моделирования отказов органов управления самолетом**

### Результаты исследования влияния отказов ОУ на динамику движения Боинга 747 в полете

Наблюдаемые изменения параметров движения самолета после ввода матрицы отказов при управлении самолетом от САУ показывает, что наблюдается нерасчетное движение самолета по крену курса и тангажу. При таких заданных



параметрах компьютерная визуализация в симуляторе FlightGear привела к полной потере управляемости самолета. Один из примеров – отказ левого элерона на высоте 610 м, что привело к резкому крену ВС вправо, несмотря на противодействующую команду автопилота. Видно, что нет связи между заданным сигналом и маневром самолета, это ясно показывает нарушение уравнения. Однако САУ самолета успешно справилась с парированием/сглаживанием некоторых видов отказов, например, ограничение  $\theta$  при отказах, связанных с колебанием ОУ.

### **Заключение**

В результате моделирования при отказах (колебание, клинение, увод в крайнее положение и снижение производительности) ОУ обоснована целесообразность применения модели отказов ОУ в дальнейшем для оценки управляемости ВС при допущении частичного или полного отказа  $i$ -го ОУ. Таким образом, по наглядному примеру моделирования в программе Matlab Simulink и Aerospace Blockset, приведенному в работе, можно сделать вывод о том, что отказы вследствие увода в крайнее положение ОУ, клинения ОУ и снижения производительности ОУ из-за возможного разрушения конструкций при стабилизации углов по тангажу и крену, являются фатальными, что неизбежно приведет к катастрофе. С такими отказами САУ ВС не справляется, и в дальнейшем требуется разработка алгоритмов реконфигурации параметров управления, а также адаптации её к работоспособному функционированию. Реконфигурируемые алгоритмы существенно могут повлиять на повышение живучести, надежности, безопасности выполнения полетов.

### **Список литературы:**

1. Акимов А.Н. Метод идентификации отказов динамических систем // Автоматика и телемеханика. 1992. № 6.
2. Акимов А.Н., Воробьев В.В. Обнаружение и идентификация отказов органов управления с помощью функций чувствительности // Обеспечение безопасности полетов: научнометодические материалы / под ред. С.А. Попыталова. М.: ВВИА им. Н.Е. Жуковского, 1989. С. 85–91.

3. Гришин Ю.П., Казаринов Ю.М. Динамические системы, устойчивые к отказам. М.: Радио и связь, 1985.
4. Jacobson Steven R. Aircraft Loss of Control Causal Factors and Mitigation Challenges, NASA Dryden Flight Research Center, Edwards, California, 93523.
5. Edwards C. et al. Fault tolerant flight control //Lecture notes in control and information sciences. – 2010. – Т. 399. – С. 1-560.

## ОБЗОР СИСТЕМ ЭЛЕКТРОННОГО СУДЕЙСТВА СОРЕВНОВАНИЙ ПО ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ГИМНАСТИКЕ

***Елисеев Александр Андреевич***

*магистрант,  
Томский государственный университет,  
РФ, г. Томск*

***Петелин Александр Евгеньевич***

*научный руководитель, доцент кафедры  
информационного обеспечения инновационной деятельности  
факультета инновационных технологий,  
Томский государственный университет,  
РФ, г. Томск*

В современном мире любая компания, организация или человек должны по максимуму использовать возможности цифровых технологий. Без этого их работа будет медленнее, подвержена большему количеству ошибок. Так происходит в любой сфере человеческой жизни.

Для примера можно рассмотреть системы электронного судейства спортивных соревнований, в частности, по художественной гимнастике. Такие системы позволяют заявить о грядущем соревновании для привлечения аудитории, автоматизировать сбор заявок и оплату взносов для участия, формировать стартовые листы, упростить и ускорить работу судей при выставлении оценок, ранжировать рейтинг в текущем времени, предоставлять данные для визуального отображения зрителям.

Однако российский рынок аналогичных систем крайне ограничен. На текущий момент выделяются следующие системы: «rgrussia.com» [1], «спорт вокруг» [3] и «gym organizer» [2]. Проведём их сравнительный анализ.

Сервис «rgrussia.com» имеет приятный сайт, на котором частично представлен описанный выше функционал, а именно: сбор заявок на участие, их быстрое и удобное редактирование, подробная статистика мероприятия, заявление судей. Само электронное судейство происходит через работу в локальной сети, т.е. приезжает представитель данной компании, привозит необходимую аппаратуру, настраивает её и разворачивает локальный сервер. Судьи выставляют оценки,

используя специальные планшеты. Данные передаются на компьютер администратора информационной системы, где локальный сервер уже выполняет необходимые преобразования и дальше передаёт полученные результаты. Это гарантирует безопасность обмена данными, а также не оказывает нагрузки на электронные сервера компании. По словам представителя компании они постоянно собирают отзывы от клиентов и производят улучшение собственного продукта.

Описанное выше, а также отзывы в интернете указывают на то, что данный сервис является качественным, удобным, обладающим превосходным интерфейсом (UI) и оставляющим приятный пользовательский опыт (UX).

Единственный недостаток, который можно выделить – стоимость, она достаточно велика, и не все желающие могут себе позволить использовать этот продукт. В состав аренды входит техника, трансфер специалиста, а также его работа на соревнованиях.

Другая, не менее востребованная, система электронного судейства - «спорт вокруг» работает по аналогичному принципу. Разработчики предоставляют целый комплекс модулей: сервер, система судейства, различные табло и дисплеи, судейские аппараты, борта, пьедестал и многое другое. Очевидно, что для развития данной системы судейства, также требуется приезд специалиста. Это не может не сказываться на стоимости услуг, они также достаточно высоки, хотя, безусловно, продукт постоянно совершенствуется и активно применяется, а значит авторы заинтересованы в качественном развитии своей системы.

Существует также программа «gym organizer», реализующая аналогичный функционал электронного судейства. Программа представлена в виде десктопной версии, в которой реализован весь необходимый базовый функционал. Стоимость данного решения радует, что делает продукт доступным для большей аудитории. Однако интерфейс программы оставляет желать лучшего: он не отвечает требованиям современности, следовательно, не оставляет желания пользоваться продуктом вновь. Также, поскольку данное решение не имеет поддержки через веб-приложение, то оно является менее мобильным, нежели указанные ранее.

Таким образом, можно сделать вывод, что российский рынок систем электронного судейства соревнований по художественной гимнастике является крайне ограниченным, а существующие продукты имеют как определённые преимущества, так и недостатки. На мой взгляд данной сфере необходимо развитие, которое может произойти путем увеличения конкуренции от появления новых, недорогих средств, отвечающих требованиям качества, удобства и мобильности.

### **Список литературы:**

1. RGRussia. – [Электронный ресурс] – URL: <https://rgrussia.com/about> (дата обращения: 21.11.2022).
2. О программе GYM ORGANIZER 2022 / GYM ORGANIZER 2022. – [Электронный ресурс] – URL: <https://sportprog.ru/aboute-gym-organizer-2022/> (дата обращения: 21.11.2022).
3. Спорт вокруг. – [Электронный ресурс], 2012–2022. – URL: <https://sportvokrug.ru/> (дата обращения: 21.11.2022).

# НЕГАТИВНОЕ ВЛИЯНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ НА ПРОИЗВОДСТВО ПОЛЁТОВ

**Колос Артём Владимирович**

*студент,*

*кафедра №13 «Системы автоматизированного управления»,*

*Санкт-Петербургский государственный университет*

*гражданской авиации,*

*РФ, г. Санкт-Петербург*

**Крыков Иван Сергеевич**

*студент,*

*кафедра №13 «Системы автоматизированного управления»,*

*Санкт-Петербургский государственный университет*

*гражданской авиации,*

*РФ, г. Санкт-Петербург*

**Соколов Олег Аркадьевич**

*научный руководитель, канд. техн. наук, доцент,*

*Санкт-Петербургский государственный университет*

*гражданской авиации,*

*РФ, г. Санкт-Петербург*

## Введение

Автоматизированная система управления (сокращённо АСУ) – комплекс аппаратных и программных средств, предназначенный для управления различными процессами в рамках технологического процесса, производства, предприятия [1]. АСУ применяются в различных отраслях промышленности, энергетике, транспорте и т. п. Сфера авиации не стала исключением, где встроенный в самолёт автопилот является АСУ.

В соответствии с общепринятым представлением под автоматизированной системой понимается «человеко-машинная система, обеспечивающая автоматизированный сбор и обработку информации, необходимой для оптимизации управления в любых сферах человеческой деятельности». В определении особо следует выделить понятие «человеко-машинная система». В автоматических системах функции человека сводятся к разработке, отладке и контролю работы системы.

Само же управление осуществляется без участия человека.

В автоматизированных системах наличие человека (коллектива людей) в контуре управления является принципиальным. Человек (коллектив людей) является главным определяющим звеном системы управления, поскольку он принимает решения и несет за них всю ответственность – в этом принципиальная разница между автоматическими и автоматизированными системами.

Таким образом, термин «автоматизированная», в отличие от термина «автоматическая», подчёркивает сохранение за человеком-оператором некоторых функций, либо наиболее общего, целеполагающего характера, либо не поддающихся автоматизации.

Важнейшая задача АСУ – повышение эффективности управления объектом на основе роста производительности труда и совершенствования методов планирования процесса управления. Однако иногда избыточное доверие таким системам приводит к катастрофам.

### **Автопилот**

Авиационный автопилот предусматривает автоматическую стабилизацию параметров движения летательного аппарата (автопарирование возмущений по курсу, крену и тангажу) и в качестве дополнительных функций – стабилизацию высоты и скорости. Для выполнения своих задач автопилот фактически связан со всеми системами самолёта, получая необходимые входные сигналы, и выдавая требующиеся управляющие сигналы.

Системы автоматического управления проектируются многоканальными, то есть параллельно работают два, три и даже четыре абсолютно одинаковых канала управления на общий рулевой привод, и отказ одного-двух каналов никак не влияет на общую работоспособность системы.

Система контроля постоянно отслеживает соответствие входных сигналов, прохождение сигналов по цепям и выполняет непрерывный контроль выходных параметров системы автоматического управления в течение всего полёта (например, путём сравнения с эталоном).

Как правило, автопилот активируется через некоторое время после взлёта и выключается перед посадкой.

Однако после включения автопилота требуется периодический контроль его работоспособности и, в зависимости от режима автопилота, определенные операторские воздействия целеполагающего характера.

Безусловно, автопилот является системой, которая позволяет пилотам совершать длительные перелёты без постоянного ручного управления, что уменьшает нагрузку на пилота, и, соответственно, значительно увеличивает трудоспособность экипажа.

Однако АСУ стали настолько точными, что авиакомпании предпочитают доверять выполнение полёта именно автопилоту практически на всех этапах полёта: набор высоты, крейсерский полёт, снижение, заход на посадку и порой даже посадку. Хорошо ли чрезмерное доверие автоматике и всегда ли стоит ей доверяться?

История показала, что авиационная катастрофа может произойти по вине автопилота. В этой статье мы предлагаем рассмотреть соответствующие инциденты.

### **Катастрофа Boeing 757 под Пуэрто-Плата**

Катастрофа Boeing 757 под Пуэрто-Плата произошла 6 февраля 1996 года. Авиалайнер Boeing 757-225 авиакомпании *Virginair* выполнял плановый межконтинентальный рейс ALW 301 по маршруту Пуэрто-Плата–Гандер–Берлин–Франкфурт-на-Майне.

Однако он рухнул в воды Атлантического океана в 26 километрах от аэропорта вылета через 5 минут после взлёта. Погибли все находившиеся на борту 189 человек, из которых 176 пассажиров и 13 членов экипажа [3].

Данная катастрофа стала крупнейшей в истории самолёта Boeing 757 и единственной в истории авиакомпании *Virginair*, негативная реакция СМИ в сторону которой привела к её дальнейшему банкротству через несколько месяцев.

Командиром воздушного судна был опытейший пилот - 62-летний Ахмет Эрдем, налёт которого составлял практически 25000 часов. Второй пилот был менее опытным, его налёт составлял примерно 3500 часов, однако в кабине



также был и третий пилот, на случай, если кто-то устанет. Это был опытный пилот 51-летний Мухлис Эвренезоглу с налётом в 15000 часов.

Во время разгона самолёта по ВПП КВС заметил, что его указатель скорости даёт неверные показатели, скорость была менее скорости принятия решения, поэтому командир был обязан прервать взлёт. Однако капитан понимал, что прерванный взлёт, заруливание на перрон, задержка рейса из-за технического обслуживания являются потерей времени, и, следовательно, денег. Указатель скорости второго пилота работал исправно, и КВС решил продолжить взлёт. Рейс 301 вылетел из аэропорта Пуэрто-Платы в 23:42 UTC, взлёт лайнера был осуществлён вторым пилотом. Через несколько минут после взлёта экипаж активировал автопилот.

Однако после этого экипаж начал получать предостережения от руля направления и датчика скорости, предупреждающее о том, что самолёт не устойчив по скорости. Тем временем при наборе высоты 1400 метров командир заметил, что его указатель скорости действительно даёт неправильные показания скорости в 650 км/ч, а указатель на панели второго пилота – 370 км/ч. Каким же показаниям верить? Получая противоречивую информацию, КВС медленнее оценивает ситуацию и принимает решения. Экипаж попытался перезапустить систему, отключить цепи питания, в надежде, что сигналы тревоги прекратятся. Однако сигнализация не исчезла.

Затем автопилот сообщил, что скорость настолько велика, что достигла опасного предела.

Из-за того, что приборы со стороны КВС показывали превышения скорости, автопилот плавно повышал угол атаки и постепенно уменьшал обороты двигателей. При этом показания скорости по приборам второго пилота падали. Командир не мог понять, чему верить, показаниям второго пилота, или своим собственным и сигнализации автопилота. КВС доверился автопилоту и потянул ручку управления двигателями на себя, уменьшая тягу силовых установок.

Почти сразу же сработал stick shaker, это тряска штурвала, которая сигнализирует о предстоящем сваливании самолёта, то есть о том, что скорость

самолёта слишком мала. В то же самое время автопилот продолжает давать противоречивый сигнал о том, что скорость слишком велика. Прежде чем пилоты поняли, что происходит, самолёт ушёл в сваливание, потерял управление и начал резко терять высоту. Затем командир решил толкнуть ручку управления двигателями от себя, увеличивая тягу двигателей до максимума. Однако ВС слишком задрало нос, под таким углом воздухозаборник одного из двигателей не захватывал воздух, поэтому левый двигатель не начал работать интенсивнее, а заглох.

Самолёт резко закрутило влево по спирали и он вошёл в неуправляемый штопор, для выхода из которого не было высоты. В итоге борт 301 потерпел крушение, упав в Атлантический океан. В то время никто не предполагал, что автопилот – прибор, который мог, как надеялись лётчики предотвратить катастрофу, фактически стал её причиной.

Чёрные ящики были единственной надеждой разобраться в ситуации, их успешно нашли и подняли с глубины.

Расследование причин катастрофы рейса ALW 301 проводил доминиканский Генеральный Директорат гражданской авиации (DGAC). В ходе расследования было установлено, что правильная скорость самолёта на момент развития ситуации, приведшей к катастрофе, была 410 км/ч, но после расшифровки бортовых самописцев было выяснено, что у КВС скорость самолёта отображалась как 650 км/ч, а у второго пилота – 370 км/ч. После изучения найденных обломков лайнера следователи выяснили, что одна из трёх трубок Пито (со стороны КВС) была заблокирована гнездом песочной осы [4].

Окончательный отчёт расследования DGAC был опубликован 25 октября 1996 года. Согласно нему, причинами катастрофы стали засорившаяся трубка Пито, повлиявшая на работу указателей скорости, и неправильные действия экипажа, не разобравшегося в противоречивых показаниях указателей скорости и допустившего сваливание самолёта из-за уменьшения скорости.

Однако командир доверился показаниям автопилота, который признан надёжнейшей системой, обеспечивающей безопасность полётов.

Конечно, тряска штурвала – надёжный сигнализатор, и стоило ему довериться и незамедлительно принять соответствующие меры по увеличению скорости. Но тут уже сыграл роль человеческий фактор.

Многие годы ИКАО рекомендует производить подавляющую часть полёта в режиме автопилота, такие же настоятельные рекомендации присутствуют и в РПП авиакомпаний, в связи с чем пилоты не просто теряют навык ручного управления, но и привыкают слепо верить автопилоту, не обращая внимания на другие факторы.

### **Катастрофа Boeing 737 под Амстердамом**

Катастрофа Boeing 737 под Амстердамом – авиационная катастрофа, произошедшая 25 февраля 2009 года.

Авиалайнер Boeing 737-800 авиакомпании Turkish Airlines выполнял плановый рейс ТК 1951 по маршруту Стамбул–Амстердам, но при заходе на посадку внезапно потерял высоту и пластом рухнул на землю в 1,5 километрах от аэропорта Схипхол. Из находившихся на его борту 135 человек (128 пассажиров и 7 членов экипажа), погибли 9, ещё 86 получили ранения различной степени тяжести. [5]

Рейс ТК 1951 вылетел из Стамбула в 08:23 СЕТ. Самолётом управляли КВС Арысан и второй пилот-стажёр Сезер; второй пилот Озгюр сидел на откидном кресле и следил за действиями стажёра. Во время крейсерского полёта стало заметно, что один из радиовысотомеров работал некорректно, на высоте около 11000 метров прибор показывал высоту -2,5 метра. Около 10:20 лайнер начал выполнять заход на посадку в Амстердамском аэропорту Схипхол. Экипаж активировал автопилот, и, снизившись до 300 метров, начал проводить предпосадочную проверку систем, которую необходимо было произвести заранее.

В этот момент никто не следил за действиями автопилота, лётчики производили проверки согласно чек-листу.

Однако внезапно включился stick shaker – предзнаменование грядущего сваливания. Автомат тяги снизил обороты двигателя, дроссельные заслонки закрылись, самолёт начал сваливаться. Автомат тяги – система управления,

обеспечивающая автоматическое воздействие на органы управления двигателями самолета или вертолета с целью сохранения заданного режима полета [6, с. 6].

Радиовысотомер командира показывал неверную высоту в -2,5 метра, что повлияло на другие системы. Прежде чем что-то предпринять, капитан несколько секунд думал, однако спасти самолёт было уже поздно, самолёт начал камнем падать вниз. Самолёт упал на рыхлый грунт и развалился на 3 части. Расследованием занялся Совет по безопасности Нидерландов (DSB). Так как же и почему произошла катастрофа?

### **Причина катастрофы рейса 1951**

Схожая ситуация произошла 13 апреля 2009 года на самолёте Boeing 737-800, выполняющем рейс 1020 авиакомпании Qantas. На протяжении всего полёта не было никаких признаков неполадок. Заход на посадку осуществлялся в автопилоте. Однако на высоте 40 метров радиовысотомер дал сбой, и дроссельные заслонки закрылись, автопилот начал уменьшать обороты двигателя, нос самолёта начал задираться вверх. Самолёт был на грани сваливания, однако пилот отключил автопилот, взял управление в свои руки и увеличил тягу двигателей, после чего самолёт благополучно приземлился. Пассажиры даже не заметили, что произошла чрезвычайная ситуация. [7]

Следователи пришли к выводу, что на больших высотах сбой высотомера не влияет на работу автопилота, и полёт ВС. Когда самолёт снижается, автопилот реагирует на высотомер командира корабля. Получая на вход показания в -2,5 метра, автопилот думает, что самолёт вот-вот коснётся земли. В такие моменты автомат тяги закрывает дроссельные заслонки, чтобы сбросить обороты двигателей.

Иными словами, автомат тяги переходит в режим выравнивания, при котором обороты двигателей малы, нос самолёта поднимается, и самолёт мягко касается полосы двумя основными стойками шасси.

То же самое произошло и на рейсе ТК 1951, самолёт вошёл в режим выравнивания на несколько минут раньше, чем должен, и свалился, так как

пилоты не следили за скоростью самолёта, вследствие чего не предотвратили аварийную ситуацию.

Второй пилот рейса 1951 увеличил тягу двигателей, и это было правильным решением, но при этом он не выключил автопилот.

Командир, следуя инструкциям, взял управление на себя, второй пилот убрал руку с сектора газа, автомат тяги снова взял управление на себя и снизил обороты двигателей, после чего ВС свалилось и упало.

### **Заключение**

Рассмотренные катастрофы показывают, что зачастую экипаж верит автоматике больше чем себе и не может разобраться в ситуации своевременно. Чрезмерное доверие автопилоту – серьёзная проблема. Людям тяжело проверить работу автоматики, поэтому пилотам необходимо дать надёжный инструмент проверки всех автоматизированных систем. В течение миллионов лет у нас не было необходимости развивать умение оценивать машины так же тщательно, как представителей своего вида.

Но сегодня, когда технологии оказывают огромное влияние на жизнь людей, эта необходимость возникла [8]. За последние несколько десятилетий, конструкция лайнеров и их автопилотов стала очень сложной, обеспечивая эффективное и экономичное управление самолётом, однако при этом пилоты не получают навыка управления ВС вручную.

После этих катастроф было введено несколько мер предостережения, на некоторых авиалиниях пилотам запрещено убирать руку с ручки управления двигателями на этапе захода на посадку, на некоторых типах есть звуковая сигнализация полёта на малой скорости, пилоты проходят дополнительный тренинг, чтобы научиться не допускать сваливание машины.

### **Список литературы:**

1. Автоматизированная система управления – Википедия [Электронный ресурс]. – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Автоматизированная\\_система\\_управления](https://ru.wikipedia.org/wiki/Автоматизированная_система_управления) (Дата обращения: 21.11.2022).

2. Автопилот - Википедия [Электронный ресурс]. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Автопилот> (Дата обращения: 22.11.2022).
3. Описание катастрофы на Aviation Safety Network [Электронный ресурс]. – URL: <https://aviation-safety.net/database/record.php?id=19960206-0> (Дата обращения: 23.11.2022).
4. Катастрофа Boeing 757 под Пуэрто-Плата – Википедия [Электронный ресурс]. – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/\\_Катастрофа\\_Boeing\\_757\\_под\\_Пуэрто-Плата](https://ru.wikipedia.org/wiki/_Катастрофа_Boeing_757_под_Пуэрто-Плата) (Дата обращения: 23.11.2022).
5. Описание катастрофы на Aviation Safety Network [Электронный ресурс]. – URL: <https://aviation-safety.net/database/record.php?id=20090225-0> (Дата обращения: 23.11.2022).
6. Оборудование самолетов и вертолетов пилотажно-навигационное бортовое. Термины и определения: ГОСТ 22837-77. - Издание официальное. - М. : ИПК Издательство стандартов, 1978. - 6 с.
7. Ошибка автопилота (2012) Авиакатастрофы: Совершенно секретно [1 эпизод 2 сезона] // YouTube (<https://www.youtube.com/watch?v=hD9wY4teAbg>).
8. Доверие на автопилоте: почему человек верит машине больше, чем людям, – и не напрасно ли [Электронный ресурс]. – URL: <https://vc.ru/future/336140-doverie-na-avtopilote-pochemu-chelovek-verit-mashine-bolshe-chem-lyudyam-i-ne-naprasno-li> (Дата обращения: 25.11.2022).

# АВТОМАТИЗАЦИЯ ВКЛЮЧЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЯ РЕЗЕРВНЫХ ПРИБОРОВ НА ВС МАЛОЙ АВИАЦИИ

**Кузьмин Вячеслав Игоревич**

*студент,*

*Санкт-Петербургский*

*государственный университет гражданской авиации,*

*РФ, г. Санкт-Петербург*

**Коротяев Иван Владимирович**

*студент,*

*Санкт-Петербургский*

*государственный университет гражданской авиации,*

*РФ, г. Санкт-Петербург*

**Соколов Олег Аркадьевич**

*научный руководитель, канд. техн. наук, доцент,*

*Санкт-Петербургский*

*государственный университет гражданской авиации,*

*РФ, г. Санкт-Петербург*

## Введение

В статье приведён разбор авиакатастроф, связанных с потерей пространственного положения в виду таких причин как: отказ авиагоризонта, некорректные работа и показания авиагоризонтов и т.д. А также учтен личный опыт для оценки проблемы освещения резервных приборов.

## Основная часть

Один, казалось бы, обычный тренировочный полёт вблизи аэропорта Орск заставил меня обратить внимание на одну деталь, переросшую как оказалось в проблему. Начнем с истории, чтобы лучше понять постановку проблемы.

Мы взлетели с инструктором вечером перед закатом и отправились в пилотажную зону, после окончания задания в зоне, плановый возврат на аэродром задержался из-за загруженности воздушного пространства другими бортами. Начало темнеть, и только спустя время возврат на аэродром был разрешён, и мы начали готовиться к снижению. Погода прослушана, оговорены условия на посадке и т.д. Во время захода на посадку после прочтения чеклиста

и проверки готовности ВС к посадке, я внимательно контролировал параметры снижения, и был сконцентрирован на посадке. Но инструктор обратил внимание, что освещение резервных приборов не было включено. И действительно, показания резервного авиагоризонта, указателя скорости и прочих приборов были уже едва различимы.

Конечно, резервное освещение должно быть включено, когда самолёт ночью готовится к вылету, регулируется яркость основных пилотажных приборов, настраивается освещение кабины и воздушное судно отправляется в полёт. Днём, это не требуется по причине того, что показания различимы очень хорошо, а в пасмурную погоду в связи с автоматической системой регулирования яркости основных пилотажных прибором, вообще настраивать освещение практически не приходится.

Стоит упомянуть и о важности резервных приборов. Их необходимость на борту не только желательна, а просто необходима. Так, например, в России ФАП 128 обязывает ВС выполняющие полёты по ППП (приборам) в пункте 2.18.8. кроме основного авиагоризонта (подпункт «ж») иметь также или указатель поворота, или еще 2 авиагоризонта на борту («д»).

Требования эти не только в РФ, наше воздушное законодательство учитывает стандарты и рекомендации ИКАО, и подобные требования встречаются в подавляющем большинстве других стран.

Заметим также, что появились требования к оборудованию в виду множества авиакатастроф, вызванных потерей пространственного положения, связанного и с недостоверностью данных с приборов, и их выходом из строя. Путем резервирования приборов, экипажу предоставляется возможность сравнивать показания и иметь полную картину происходящего в полёте, определять неисправный прибор.

Однако, к сожалению, это не всегда используется экипажем или хорошо реализуется и такие громкие катастрофы как ниже перечисленные и т.д. об этом говорят



1) Катастрофа Boeing 737 в Дарьене (погибло 47 человек) причины: отказ основного авиагоризонта, и не проведение перекрестной проверки основного и резервного авиагоризонтов;

2) Катастрофа Ту-124В в районе а/п Внуково (погибло 62 человека);

3) Катастрофа Boeing 747 под Бомбеем (погибло 213 человек) причины: ошибочные показания авиагоризонта командира и неправильное восприятие показаний другого авиагоризонта.

Эти примеры без сомнений указывают на важность наличия резервных приборов, а также и на важность правильного, своевременного считывания информации с них.

Рассмотрим теперь на примере самолёта DA-40 NG расположение резервных приборов на **рис.1**



**Рисунок 1. Самолёт DA-40 NG расположение резервных приборов**

Под цифрой 1 указан основной пилотажный дисплей (PFD), он выполняет также и функцию основного авиагоризонта.

Под цифрой 2 указан многофункциональный дисплей (MFD) с возможностью включения режима отображения информации по типу PFD соответственно и отображения авиагоризонта.

Под цифрой 3 указан резервный авиагоризонт, который находится рядом с резервными указателями высоты, скорости и магнитным компасом. У резервных приборов также имеется возможность работать и быть освещенными от резервной батареи.

Подсветка резервных приборов включается и регулируется переключателями, указанными цифрой 4. Настройка же освещения основных дисплеев 1 и 2 производится на самом PFD (1) через кнопки по низу правой части.

Так же привожу фрагмент из руководства лётной эксплуатации самолёта DA-40 NG на **рис.2** в котором говорится о регулировании освещения резервных приборов:



**4A.5.4 ПЕРЕД РУЛЕНИЕМ**

1. AVIONIC MASTER (главный выключатель БРЭО)..... ON (вкл.)
2. Электрооборудование .....включено по обстоятельствам
3. **Пилотажные приборы и БРЭО .....включить все необходимые приборы (оборудование), перевести в нужные режимы**
4. **Заливающее освещение..... ON (вкл.), проверить работу (по обстановке)**
5. Обогрев ППД .....ON (вкл.), проверить сигнализацию и проконтролировать увеличение нагрузки на генератор
6. Обогрев ППД .....OFF (выкл.)
7. Проблесковые огни (проблесковые световые маяки) .....убедиться, что включены
8. Аэронавигационные огни, посадочная и рулежная фары ..... по обстоятельствам

***Рисунок 2. Фрагмент из руководства лётной эксплуатации самолёта DA-40 NG***

Как можно заметить никаких конкретных указаний по включению во время наступления темноты и в темное время суток в разделе штатной эксплуатации нет. А вот ниже на **рис.3** приведена карта контрольных проверок во время

захода на посадку и перед посадкой, указания по освещению резервных приборов нет.

#### **4A.5.12 ЗАХОД И ПОСАДКА**

*Заход на посадку:*

#### **ПРИМЕЧАНИЕ**

Если посадочная масса самолета превышает 1216 кг (2681 фунт), посадка считается нештатной эксплуатационной процедурой. См. в раздел 4B.7 «ПОСАДКА С ВЫСОКОЙ ПОСАДОЧНОЙ МАССОЙ».

1. Привязные ремни .....застегнуты и затянуты
2. Органы управления .....отсутствие посторонних предметов в зоне перемещения
3. Посадочная фара .....по обстоятельствам
4. Топливные насосы.....включить
5. Стояночный тормоз .....убедиться, что отпущен
6. Балансировка .....по обстоятельствам

*Перед посадкой:*

7. Воздушная скорость .....см. следующую таблицу:

<b>Закрылки</b>	<b>940 кг (2072 фунта)</b>	<b>1000 кг (2205 фунтов)</b>	<b>1080 кг (2381 фунт)</b>	<b>1160 кг (2557 фунтов)</b>	<b>1216 кг (2681 фунт)</b>
T/O (взлет)	68 узлов (приборная)	70 узлов (приборная)	73 узла (приборная)	76 узлов (приборная)	77 узлов (приборная)
LDG (посадка)	66 узлов (приборная)	69 узлов (приборная)	72 узла (приборная)	74 узла (приборная)	76 узлов (приборная)

8. ЗАКРЫЛКИ .....по обстоятельствам
9. РУД .....по обстоятельствам
10. Балансировка .....по обстоятельствам

#### ***Рисунок 3. Карта контрольных проверок во время захода на посадку и перед посадкой***

Следовательно, перед нами стоит проблема: освещение резервных приборов есть, резервные приборы необходимы для повышения безопасности, но включить его пилот в процессе постепенного наступления темноты может забыть,

проверить с помощью карты контрольных проверок не может, ввиду отсутствия в ней данных действий и в необходимый момент летчик останется без показаний резервных приборов.

### **Пути решения проблемы**

1. Использование датчика света и дальнейшее автоматическое включение освещения резервных приборов на приборной панели, если уровень освещенности кабины не позволяет считывать информацию с приборов.

2. Использование автоматического датчика света и дальнейшая сигнализация о низкой освещенности кабины

3. Изменение документов, регламентирующих выполнение полетов в условиях изменяющейся степени освещенности, зависящих от времени суток и погодных условий.

4. Перенести управление яркостью дисплеев с интерфейса дисплеев на панель управления освещением. Таким образом, пилот при изменении освещения кабины и регулировки основных дисплеев будет обращать внимание и на положения включателя освещения резервных приборов, находящихся вблизи.

Наиболее целесообразно решить проблему первым или вторым методом, так как третий метод не удобен и не конкретизирован. Также первый и второй метод позволят не увеличивать нагрузку на пилотов в отличие от третьего.

Для реализации первого и второго метода в качестве датчика света возможно использование светочувствительного приемника по типу фотореле.

Фотореле в свою очередь представляет собой чувствительный прибор, реагирующий на уровень освещения. При снижении освещенности до заданного заранее определенного уровня, устройство срабатывает, включая освещение резервных приборов. Когда становится достаточно светло, реле отключает осветительные приборы.

В качестве светочувствительных элементов используются фотодиоды, фоторезисторы и др. устройства с различным принципом работы. Например, реле с фоторезистором функционирует за счет изменения сопротивления, с фотодиодами – ЭДС.

Современный рынок предлагает широкий ассортимент светочувствительных датчиков различных размеров, форм и масс по достойной цене. Это позволяет легко внедрить систему автоматического включения освещения резервных приборов на борт воздушного судна, с минимальными вложениями.

Таким образом при полете в вечернее время суток, когда естественное освещение меняется постепенно, и пилоты могут забыть настроить освещение резервных приборов, датчик при заданном уровне освещённости автоматически включит освещение резервных приборов. Это позволит в случае отказа основных приборов своевременно перейти на резервные приборы в условиях плохой освещённости, а также иметь полное представление о параметрах полёта, за счёт сравнения показаний основных и резервных приборов.

Подобные изменения помогут снизить риски потери пространственного положения пилотами в темное время суток и в облачности, при полетах по приборам, вне видимости земной поверхности.

### **Список литературы:**

1. Катастрофа Boeing 747 под Бомбеем  
[https://ru.wikipedia.org/wiki/Катастрофа\\_Boeing\\_747\\_под\\_Бомбеем](https://ru.wikipedia.org/wiki/Катастрофа_Boeing_747_под_Бомбеем)
2. Катастрофа Boeing 737 в Дарьене  
[https://ru.wikipedia.org/wiki/Катастрофа\\_Boeing\\_737\\_в\\_Дарьене](https://ru.wikipedia.org/wiki/Катастрофа_Boeing_737_в_Дарьене)
3. Руководство по лётной эксплуатации самолёта DA-40NG 6.01.15-E 2010 г.

## СПОСОБ РАЗОГРЕВА ВЯЗКИХ НАЛИВНЫХ ГРУЗОВ В ЗИМНИХ УСЛОВИЯХ

**Курочкин Руслан Алексеевич**

*студент,*

*Красноярский институт железнодорожного транспорта,  
Иркутский государственный университет путей сообщения,  
РФ, г. Иркутск*

**Курочкин Валерий Анатольевич**

*научный руководитель, канд. техн. наук, доцент,*

*Красноярский институт железнодорожного транспорта,  
Иркутский государственный университет путей сообщения,  
РФ, г. Иркутск*

**Аннотация.** Проанализированы существующие технологии и способы снижения вязкости наливных грузов, перевозимых в цистернах. Предложен способ разогрева вязких наливных грузов с использованием сверхвысокочастотного излучения.

**Ключевые слова:** наливные грузы, цистерна, сверхвысокочастотное излучение.

Значительное количество наливных грузов перевозится в вагонах цистернах и бункерных полувагонах. При отрицательных температурах происходит существенное снижение вязкости ряда грузов, что приводит к увеличению продолжительности их слива.

Существуют специализированные вагоны цистерны, которые подразделяются на изотермические, которые способны сохранять определенную температуру и используются для перевозки скоропортящихся продуктов, с автономным подогревом для поддержания повышенной температуры на всем пути следования.

Основная масса наливных грузов перевозится в цистернах без поддержания и установления температурного режима. В связи с этим вязкие и застывающие грузы разгружают, как правило, после подогрева в тепляках с использованием «острого пара», инфракрасных излучателей и т.д.

С целью недопущения повреждения подвижного состава и обеспечения безопасности разгрузочных работ и сохранности груза, перед открытием сливного клапана, особенно зимой, тщательно разогревают его снаружи при этом пар под давлением 0,3 – 0,4 МПа подают в паровую рубашку сливного прибора постепенно, а затем открывают сливной клапан.

В зимнее время начальнику станции предоставлено предоставлять грузополучателю дополнительное время на слив. Вместе с тем, время слива некоторых продуктов существенно превышает установленное время.

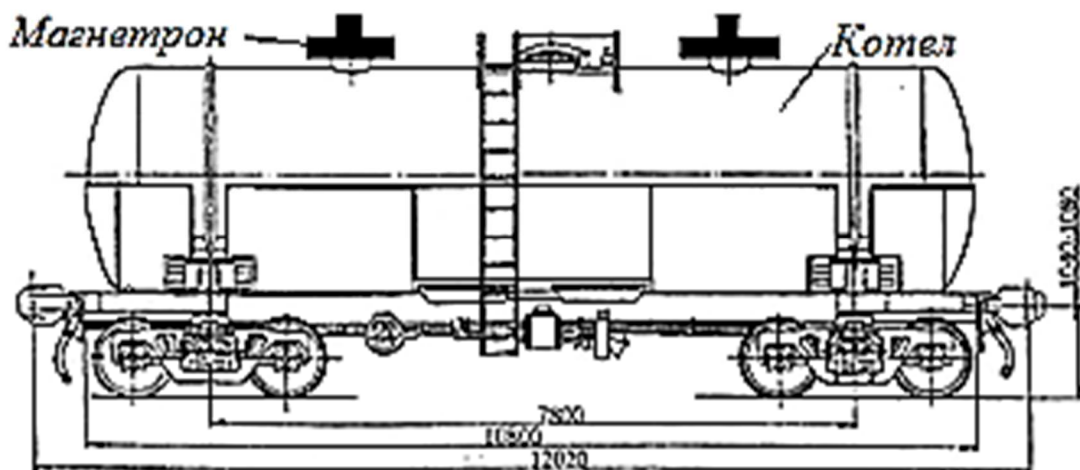
С целью сокращения продолжительности разогрева и слива предлагается использование СВЧ. Аббревиатура «СВЧ» расшифровывается как «сверхвысокочастотное излучение». Именно на нем основан принцип работы микроволновки. Нагрев продуктов происходит под воздействием волн с частотой 2,4 МГц. При включении оборудования происходит ускорение частиц – они поляризуют молекулы веществ, выстраивая их вдоль линий электромагнитного поля. Изменение полярности приводит к внутреннему трению поляризованных молекул. Это движение вызывает нагрев продукта.

В настоящее время существует ряд предприятий специализирующихся на выпуске мощных СВЧ генераторов. Так научно-производственная фирма „Промис”, АО научно-производственное предприятие «Магратеп» осуществляют разработку и изготовление оборудования, использующего микроволновую энергию. Мощность излучателей – магнетронов до 100 кВт.



*Рисунок 1. Общий вид магнетрона*

Магнетрон монтируется в отдельные крышки цилиндрической формы вертикально с направлением вглубь цистерны. Перед разогревом колпаки крышек цистерны снимаются, а их место устанавливаются крышки с магнетроном. Для исключения выхода излучения за пределы котла цистерны, образующиеся зазоры не должны превышать длины волны излучения.



*Рисунок 2. Схема установки магнетрона на котле цистерны*

Предлагаемый способ разогрева вязких наливных грузов при отрицательных температурах позволит сократить продолжительность слива цистерн на 3-6 часов.

#### **Список литературы:**

1. Журавлев, Н.П. Транспортно-грузовые системы [Текст] : учеб. для ВУЗ ж-д трансп. / Н.П. Журавлев, О.Б. Маликов.- М. : Маршрут, 2006. - 368 с.
2. Бойко, Н.И. Погрузочно-разгрузочные работы и склады на железнодорожном транспорте [Текст] : учеб. пособие для ВУЗов ж.-д. трансп. / Н.И. Бойко, С.П. Чередниченко.- М. : УМЦ по образованию на ж.д. трансп., 2011. - 292 с.



## РЕЖИМЫ РАБОТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ

**Мельников Даниил Алексеевич**

*студент,*

*Улан-Удэнский колледж железнодорожного транспорта,  
филиал ФГБОУ ВО Иркутский государственный университет  
путей сообщения,  
РФ, г. Улан-Удэ*

**Костырин Даниил Сергеевич**

*студент,*

*Улан-Удэнский колледж железнодорожного транспорта,  
филиал ФГБОУ ВО Иркутский государственный университет  
путей сообщения,  
РФ, г. Улан-Удэ*

**Павлова Светлана Валерьевна**

*научный руководитель,*

*Улан-Удэнский колледж железнодорожного транспорта,  
филиал ФГБОУ ВО Иркутский государственный университет  
путей сообщения,  
РФ, г. Улан-Удэ*

Представление строя работы. Элементы гальванической оковы могут действовать около разнообразных подаваемых для них ЭДС, текущих в них токов организовываемых для них падений напряжения, т. в различных режимах. Распорядок гальванической оковы - сумму строев службы отдельных ее элементов. Промежду многочисленного большинства вероятных строев преимущественно отличительными представляются последующие режимы службы электротехнических устройств:

- холостой ход;
- распорядок кратковременного замыкания;
- согласованный (номинальный) режим.

Холостого хода – это режим службы в неимение нагрузки. В этой схеме гальваническая вереницу разомкнута,  $R_n = \infty$ ,  $I = 0$ . Из этого следует, что напряжение на выводах анонимного источника в строю неженатого хода одинаково ЭДС.

Режим холостого хода возможно использоваться для определения величины ЭДС источника. Если для неженатом ходу подсоединить к выводам родника вольтметр, ведь напряжение, какое он покажет, будет одинаково ЭДС.

Коротким замыканием (к.з.) нарекают экий распорядок службы источника, иногда его зажимы сомкнуты проводником, противодействие какого возможно вычислять равновеликим нулю. Действительны к. завязывается около составленье доброжелатель с другом проводов, объединяющих источник с приемником, этак как эти кабели располагают естественно незначимое противодействие и его можно приобрести равновеликим нулю.

Возможно проистекать в конечном итоге неверных шагов персонала, обслуживающего электротехнические конструкции, или при повреждении обособленности проводков; в последнем случае данные кабели могут сосредотачиваться посредством землю, располагающую сильно незначительное сопротивление, сиречь посредством опоясывающие пронзительные подробности (корпуса гальванических автомашин и аппаратов, элементы кузова локомотива и так далее.)

Краткое замыкание представляется авантюристичным режимом, этак как возникающий при всем при этом внушительный поток возможно повергнуть в негодность как сам источник, этак и включенные в цепь приборы, автоматы и провода. Исключительно ради кое-каких специфических генераторов, скажем сварочных, краткое обособление не препровождает серьезности и является пролетариям режимом. В электрической оковы поток штудирует постоянно от точек цепи, разыскивающихся под большим потенциалом, к точкам, отыскивающимся под меньшим потенциалом. Если какая-нибудь точка цепи объединена с землей, ведь запас ее приступает равен нулю. Тут-то случае потенциалы всех прочих точек оковы будут равновелики напряжениям, функционирующим промежду данными точками и землей. Сообразно приближения к заземленной точке сокращаются потенциалы разнообразных точек цепи, т. напряжения, воздействующие промежду данными точками и землей. По этой первопричине обмотки побуждения тяговых движков и добавочных машин, в каких при резких изменениях тока могут обнаруживаться огромные перенапряжения, усердствуют

подсоединять в силовую вереницу ближе к «земле» (за обмоткой якоря). Тут-то случае для изоляцию данных обмоток будет орудовать меньше напряжение, нежели когда бы они были интегрированы ближе к контактной сети для электро-возах долговременного тока либо к незаземленному полюсу выпрямительной прибора для электровозах неустойчивого тока (т. присутствовали бы под более высочайшим потенциалом).

Неукоснительно да точки гальванической цепи, разыскивающиеся под более высочайшим потенциалом, представляются больше страшными на человека, соприкасающегося с токоведущими долями электро установок. При всем при этом он попадает под более высочайшее усилие что касается к земле.

Нужно отметить, что при заземлении одной точки гальванической цепи направление токов в ней не изменяется, этак как при данном образуется никаких новоиспеченных ветвей, после каким могли бы протекать токи. Ежели заземлить две (или больше) точки цепи, обладающие различные потенциалы, то через землю образуются добавочная токопроводящая область (или ветви) и расположение тока в цепи меняется.

Следовательно, повреждение или пробой обособленности гальванической установки, одну из точек какой заземлена, основывает контур, по которому штудирует ток, представляющий из себя, на самом деле дела, движение кратковременного замыкания. Именно это приключается в незаземленной гальванической установке около замыкании для вселенную двух ее точек. При разрыве гальванической цепи все ее точки пред места разрыва становятся около одним и именно этим потенциалом.

Согласованным режимом, как говориться смысле, именуется подобной распорядок службы гальванической цепи, если на нагрузке, присоединенной к исходному источнику, акцентируется большая мощность, какую горазд подать данный источник в текущем его состоянии.

Очевидно, что для реальных источников электроэнергии, владеющих поставленным последним внутренним сопротивлением, верно утверждение, что с увеличением противодействия перегрузки активизируя через нуля, выделяемая

на ней емкость первоначально нелинейно возрастает, потом добивается пик выделяемой на нагрузке силы (для предоставленного источника), и с будущим повышением противодействия нагрузки, отменяемая для ней мощность нелинейно снижается, надвигаясь к нулю.

Это крепко связано без отдачи, что ток источника объединен не столько с сопротивлением нагрузки  $R$ , но также с собственным противодействием источника  $r$ :

$$I = \frac{E}{R + r}$$

Так или иначе, с мишенью согласования перегрузки и источника, подыскивают как раз такое соответствие меж внутренним противодействием источника и противодействием цепи нагрузки, дабы приобретенная система в конечном итоге показывала б те самые свойства, какие от нее для конкретного вопроса требуются. По этой первопричине имеется немного вариантов согласования перегрузки и источника, и давайте ради справедливости главные с них отметим: по напряжению, по току, по мощности, по волновому сопротивлению.

#### Согласование нагрузки и источника по напряжению

Дабы извлечения для перегрузке наибольшего напряжения, ее противодействие подыскивают таким, дабы оно оказалось множество более внутреннего противодействия источника. Другими словами, в пределе источник вынужден действовать около нагрузкой, однако при всем при этом в режиме холостого хода, тогда напряжение на нагрузке будет одинаково ЭДС источника. Таковое согласование используют в частности в электрических системах, в каких усилие служит носителем информации, носителем сигнала, и необходимо дабы около передаче данного сигнала утечки могли быть минимальными.

Чтобы рассмотреть режимы работы электрической цепи, мы приведём примеры зависимости силы тока от разных величин.

Таблица 1.

## Значения

I,А	0	1,3	2,6	3,9	5,2	6,5	8	9,5	11	12
E,В	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
r,Ом	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R,Ом		14,38462	6,692308	4,128205	2,846154	2,076923	1,5	1,105263	0,818182	0,666667
$\Delta U$ ,В	0	1,3	2,6	3,9	5,2	6,5	8	9,5	11	12
U,В	0	18,7	17,4	16,1	14,8	13,5	12	10,5	9	8
P <sub>и</sub> ,Вт	0	26	52	78	104	130	160	190	220	240
$\Delta P$ ,Вт	0	1,69	6,76	15,21	27,04	42,25	64	90,25	121	144
P <sub>н</sub> ,Вт	0	24,31	45,24	62,79	76,96	87,75	96	99,75	99	96
КПД,%	100	93,5	87	80,5	74	67,5	60	52,5	45	40
Режимы работы	хх						сн			кз

Заранее нам даны такие величины как:

- I (холостого хода )
- E
- r

Остальные величины мы находим по формулам:

$$I_{кз} = E/r$$

$$I_{сн} = I_{кз}/2$$

$$R = E/I - r$$

$$P_{н} = IU$$

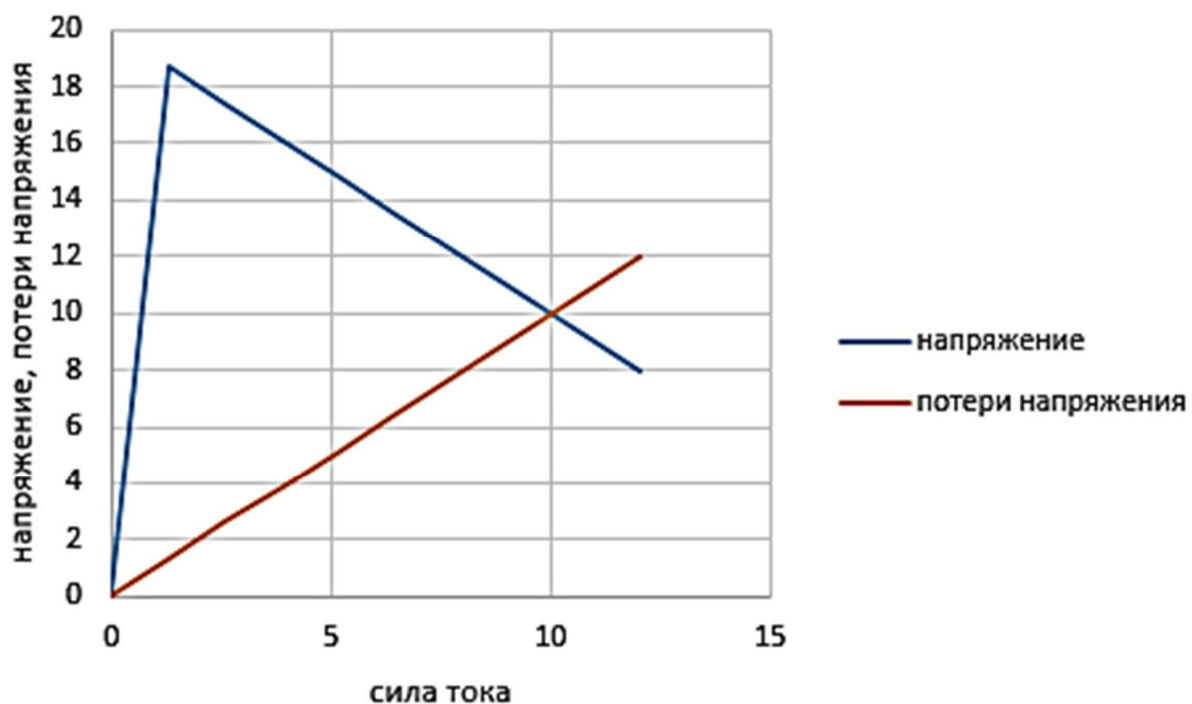
$$\Delta P = I\Delta U$$

$$\Delta U = Ir$$

$$U = IR$$

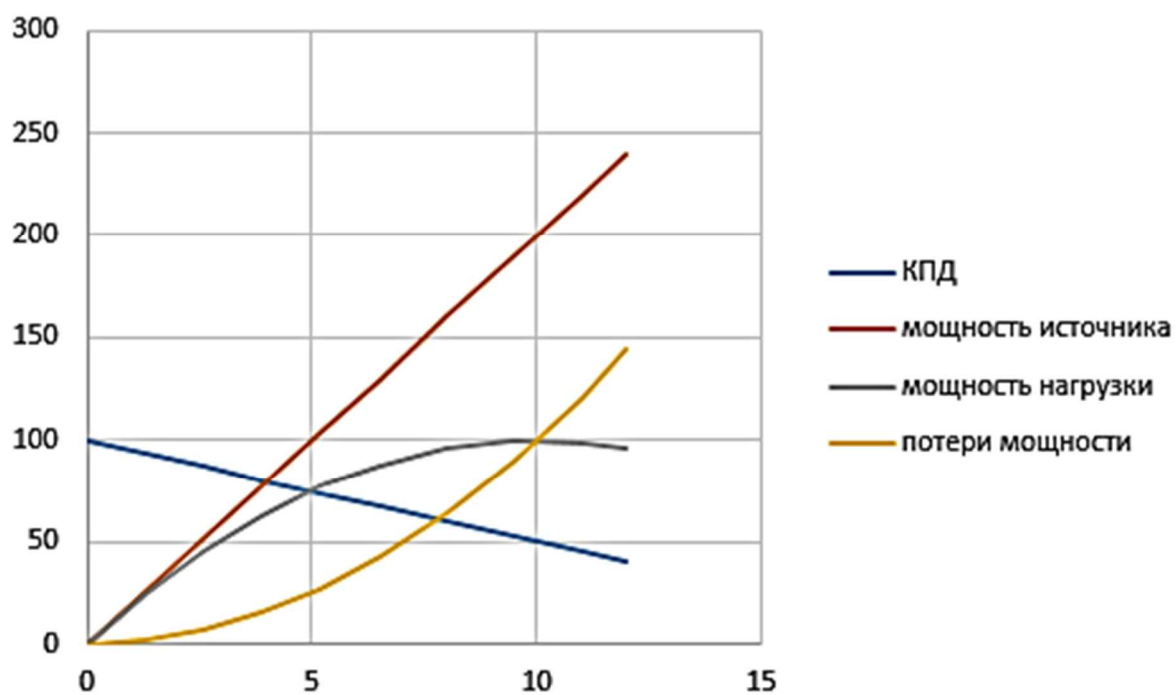
$$P_{и} = EI$$

$$\text{КПД} = \frac{P_{н}}{P_{и}} * 100$$



*Рисунок 1. График зависимости от напряжения и потерь напряжения*

*График зависимости от мощности источника, мощности нагрузки, потерь мощности и КПД*



*Рисунок 2. График зависимости от мощности источника, мощности нагрузки, потерь мощности и КПД*

Заключение: При холостом ходе равна все величины кроме ЭДС и внутреннего сопротивления равны нулю, а внешнее сопротивление стремится к бесконечности; при номинальном режиме растут: сила тока, мощность источника, мощность нагрузки и потери напряжения и мощности, падают: напряжение, КПД и внешнее сопротивление; при коротком замыкании сила тока стремится к максимальному значению, напряжение, внешнее сопротивление, мощность нагрузки и КПД – падают, остальные величины растут

### **Список литературы:**

1. [https://vk.com/away.php?to=https%3A%2F%2Fgalileosky.ru%2Fcompany%2Fnovosti%2Fholostoj-xod.-v-chem-prichinyi-i-kak-s-nim-borotsya.html&cc\\_key=](https://vk.com/away.php?to=https%3A%2F%2Fgalileosky.ru%2Fcompany%2Fnovosti%2Fholostoj-xod.-v-chem-prichinyi-i-kak-s-nim-borotsya.html&cc_key=)
2. <https://studfile.net/preview/6717373/page:6/#>
3. [https://vk.com/away.php?to=https%3A%2F%2Fvolt220.ru%2Findex.php%2Fbases%2F94-mod-electric-chain.html&cc\\_key=](https://vk.com/away.php?to=https%3A%2F%2Fvolt220.ru%2Findex.php%2Fbases%2F94-mod-electric-chain.html&cc_key=)

## **НЕОБХОДИМОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ АКТИВНЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ВЫКАТЫВАНИЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ ЗА ПРЕДЕЛЫ ВПП**

***Павленко Олег Вадимович***

*студент,*

*Санкт-Петербургский государственный университет*

*гражданской авиации*

*имени Главного маршала авиации А.А. Новикова,*

*РФ, г. Санкт-Петербург*

***Соколов Олег Аркадьевич***

*научный руководитель, канд. техн. наук,*

*доц. кафедры №13 «Системы автоматизированного управления»,*

*Санкт-Петербургский государственный университет*

*гражданской авиации*

*имени Главного маршала авиации А.А. Новикова,*

*РФ, г. Санкт-Петербург*

В наши дни, главным приоритетом в развитии авиации является обеспечение безопасности выполнения полетов. Одной из областей развития в данной сфере связана с предотвращением выкатывания воздушных судов (ВС) за пределы взлётно-посадочной полосы (ВПП). Несомненно, взлет и посадка относятся к наиболее важным этапам полета и даже несмотря на то, что время нахождения самолета на полосе составляет в среднем всего несколько минут от всего полетного времени, на этих этапах происходит около 60% всех авиационных происшествий.

Просматривая хронологию авиационных событий и происшествий можно заключить, что инциденты на этапах взлета и приземления являются наиболее распространенным типом авиационных событий в мире. В большинстве случаев выкатывание ВС происходит без существенных последствий для пассажиров и экипажа ВС, однако в ряде случаев это привело к серьезному авиационному происшествию.

Согласно статистике, именно этап посадки характеризуется наибольшей вероятностью оказаться вне полосы, так как ВС имеет значительную скорость движения на пробеге, из-за чего затрудняется маневрирование ВС и снижается



время на принятие правильного решения. Рассматривая вопрос более конкретно, существует целый ряд особенностей влияющих на безопасность полета при посадке: на посадке деятельность пилота резко изменяется от длительного монотонного управления ВС при полёте по маршруту с использованием автоматизированных систем управления (АСУ) до полной вовлеченности пилота в управление ВС при визуальном заходе;

- на посадку огромное влияние оказывают внешние факторы, такие как прогнозируемые и непрогнозируемые погодные явления, время суток, состояние ВПП, загруженность воздушного пространства и т.д., усложняющие деятельность пилота

- ошибки, совершаемые на посадке, наиболее опасны из-за отсутствия времени и пространства на их решение

- ухудшение устойчивости и управляемости ВС на посадке.

Помимо перечисленных факторов, существуют и другие, которые относятся непосредственно к самому экипажу:

- ошибки в расчёте посадочных характеристик ВС;

- ошибки в технике пилотирования и/или принятия решения;

- неучет экипажем условий состояния поверхности ВПП;

- намеренное нарушение летных правил и законов;

- неточный расчёт посадочной дистанции из-за неправильного учета отказов систем, возникающих в полёте, или неправильный расчёт влияния допустимой неисправности, связанной с конфигурацией ВС или средствами снижения подъёмной силы;

- нестабилизированный заход на посадку до высоты 300 метров;

- отсутствие решения о выполнении процедуры прерванного захода на посадку, когда это необходимо;

- не подготовлен режим автоматического выпуска спойлеров перед посадкой;

- посадка с нерасчетной тягой двигателей или несвоевременное уменьшения режима работы двигателя до малого газа;

- характерные ошибки на посадке (отделение, взмывание, посадка сбоку от оси ВПП);

- позднее торможение;
- некорректная работа антиюзовой системы;
- неадекватная реакция пилотов на возникший отказ на пробеге.

Проанализировав факторы, влияющие на вероятность выкатывания ВС за пределы ВПП, становится очевидно, что существует огромное множество сценариев развития событий, и рассмотреть все не является возможным. Для конкретики взят пример одного их возможного развития событий для самолёта DA-40 NG и возможности его выкатывания за пределы ВПП. Каждый опасный фактор должен иметь количественную величину, описывающую вероятность его возникновения. Так как статистические данные не позволяют выполнить достоверную оценку вероятности данного события, необходимо использовать метод экспертных оценок.

**Экспертная оценка** – это метод поиска и результат применения метода, полученный на основании использования персонального мнения эксперта или коллективного мнения группы экспертов.

Так, для получения достаточных вероятностных данных, проведено анкетирование 26-ти пилотов-инструкторов Бугурусланского лётного училища. В рамках индивидуального анкетирования оценены возможные количества возникновения каждого опасного фактора на 100 случаев выкатывания самолёта DA-40 NG на аэродроме «Бугуруслан-Северный». В результате были получены вероятностные характеристики опасных факторов, представленные в таблице 1. Примем полученное значение вероятности затянутого выравнивания самолёта экипажем перед посадкой за X.

Таблица 1.

## Вероятности возникновения факторов опасности выкатывания

№	Событие	Вероятность, Р
1	Превышение рекомендованной РЛЭ скорости пролёта порога ВПП	0,145
2	Превышение рекомендованной РЛЭ высоты пролёта порога ВПП	0,173
3	Неуход на второй круг при нестабилизированном заходе	0,017
4	Отказы взлётно-посадочных систем и устройств	0,002
5	Посадка с повышенной тягой двигателя	0,014
6	Приземление с отделением от ВПП и его неграмотное исправление	0,015
7	Снижение эффективности торможения, связанное с обеспечением продольной управляемости в условиях бокового ветра	0,25
8	Позднее или неэффективное торможение	0,22
9	Нерасчётное состояние поверхности ВПП	0,01

Исходя из данных таблицы рассмотрим, с какой вероятностью ВС типа DA – 40NG может оказаться за пределами ВПП. Стоит отметить, что данный тип является легкомоторным самолетом авиации общего назначения и вероятность его выкатывания за пределы ВПП при нормальном расчете на посадку стремится к нулю. Следовательно, для начала необходимо рассмотреть вероятность неправильного выполнения визуального захода с поздним касанием. Примем данной событие за А.

В таком случае, вероятность посадки со значительным отклонением от предписанной точки приземления может быть рассчитана так:

$$P[P(A*3)+ P(4) + P(5) + P(6)]$$

$$1) P(A*3) = P(A) * P(3) = 0,293742 * 0,027 = 0,007931.$$

$$2) P[P(A*3)+ P(4)] = P(A*3)+P(4)-P[(A*3)*4] = 0,007931 + 0,002 - (0,007931 * 0,002) = 0,009931 - 0,00001586 = 0,009915.$$

$$3) P[P(A*3)+ P(4) + P(5)] = P[P(A*3)+ P(4)] + P(5) - [P(P(A*3)+ P(4)) * P(5)] = 0,009915 + 0,014 - (0,009915 * 0,014) = 0,023915 - 0,00013881 = 0,023776.$$

$$4) P[P(A*3)+ P(4) + P(5) + P(6)] = P[P(A*3)+ P(4) + P(5)] + P(6) - [(P(P(A*3)+ P(4) + P(5)) * P(6))] = 0,023776 + 0,015 - (0,023776 * 0,015) = 0,038776 - 0,00035664 = 0,0352.$$

Примем полученное значение за вероятность события В. Тогда вероятность выкатывания самолёта за В пределы ВПП составляет  $P(P((7+8)*B)+P(9))$ .

Рассчитаем:

$$1) P(7+8) = P(7)+P(8) - P(7*8) = 0,25+0,22 - (0,25 * 0,22) = 0,47 - 0,055 = 0,415.$$

$$2) P((7+8)*Y) = P(7+8) * P(Y) = 0,415 * 0,0352 = 0,014608.$$

$$3) P(P((7+8)*Y)+P(9)) = P((7+8)*Y) + P(9) - (P((7+8)*Y) * P(9)) = 0,014608 + 0,0001 - (0,014608 * 0,0001) = 0,014708 - 0,0000014608 = \mathbf{0,0147}.$$

Следовательно, вероятность выкатывания самолёта DA-40 NG за пределы ВПП аэродрома «Бугуруслан - Северный» во время учебных полётов составляет 0,0147, что является несомненно высоким показателем. Это неудивительно, ведь там выполняются учебные полеты, и о высоких показателях безопасности полетов речи идти не может.

Итак, данная величина в соответствии с классификацией находится в зоне опасного риска, и она требует проведения различных мероприятий и внедрения технических средств по его снижению.

Большинство разрабатываемых и используемых в настоящее время мероприятий по снижению риска скатывания с ВПП являются организационными и обучающими. Примером таких мероприятий может служить создание нормативных документов, определяющих пути обеспечения безопасности для пилотов авиакомпаний, в части идентификации, понимания и снижения риска при выкатывании самолётов за пределы ВПП на этапе посадки. Одним из основных документов, определяющих пути обеспечения безопасности для авиакомпаний, разработчиков самолётов и, в том числе, обучающих организаций, в части снижения риска выкатывании самолётов за пределы ВПП на этапе посадки является рекомендательный циркуляр Федерального авиационного агентства США (FAA) AC №91-79. Данный циркуляр был разработан и внедрен FAA в сотрудничестве с эксплуатантами самолётов и основными конструкторскими бюро, и определяет основные условия безопасности для предупреждения выкатыванию.

В соответствии с документом лётным экипажи должны изучить конструктивные и аэродинамические особенности эксплуатируемых самолётов, влияющие на их устойчивость и управляемость на пробеге.

В настоящее время ведётся разработка различных наземных систем аварийного торможения самолётов, принцип работы которых основан на уменьшении кинетической энергии самолёта путем совершения работы по торможению тормозному устройству, установленному на концевой полосе безопасности. Примером такой системы может служить система аварийного торможения самолётов Engineered Material Arresting System (EMAS).

Данная система аварийного торможения устанавливается по торцам ВПП. Принцип её работы основан на передаче энергии движения самолёта к материалу системы. Как только колёса самолёта ломают материал, происходит плавное и контролируемое торможение. Однако важно отметить, что главным недостатком наземных систем является то, что данные системы борются с последствиями выкатывания, снижая риск разрушения конструкции самолёта, не позволяя устранить причину выкатывания самолёта за пределы ВПП. Существующие на сегодняшний день системы, осуществляющие торможение ВС при пробеге, не учитывают воздействие внешних и эксплуатационных факторов. При пробеге управление такими системами возлагается на пилотов, что зачастую приводит к ошибкам и, как следствие, к выкатыванию ВС за пределы лётного поля. При этом действенным вкладом в решение проблемы будут разработка и внедрение автоматизированных систем предупреждения о потенциальной опасности выкатывания. Оснащение ВС такой системой обеспечит качественно новый уровень информационной поддержки экипажа, основанный на оценке конкретной ситуации, прогнозе её развития и формировании необходимых рекомендаций экипажу. Также существуют системы автоматического управления движением ЛА по ВПП, установленные на современных гражданских ВС, предназначены, как правило, для обеспечения автоматического торможения с различными фиксированными моментами. К основному недостатку бортовых средств торможения относится отсутствие единой системы, которая комплексно оценивает

интенсивность торможения. Контроль работы отдельных систем на таком самолёте возлагается на экипаж, что зачастую приводит к ошибкам.

Чтобы снизить роль человеческого фактора, на борту ВС целесообразно иметь систему, прогнозирующую и предотвращающую опасную ситуацию, связанную с выкатыванием. В общем виде алгоритм её работы может быть представлен следующим образом:

- получение сигналов от системы определения местоположения ВС и информации о параметрах движения самолёта.
- вычисление потребной для остановки дистанции для текущих значений скорости и ускорения.
- реализация функции объективного определения угрозы выкатывания воздушного судна.
- предотвращение выкатывания за счёт своевременного предупреждения экипажа о недопустимости выключения или снижения режима реверса тяги или торможения колёс, либо выдачи рекомендации об уходе на второй круг, в случае если потребная для остановки дистанция меньше остаточной длины ВПП.

Также важно отметить необходимость разработки политики авиакомпании, направленной на предотвращение выкатывания. Такая политика должна включать в себя:

- применении правил и процедур, обеспечивающих готовность и настрой на выполнение;
- ухода на второй круг при несоответствии условий посадки нормам безопасности;
- регистрацию неисправностей системы;
- торможения в бортовом журнале ВС и их учёта в соответствии с требованиями MEL;
- выполнения процедур прерванной посадки;
- запрета посадки за установленной зоной.

## Список литературы:

1. Безопасность полётов: учебное пособие / составители: Б.В. Зубков, С.Е. Прозоров: под ред. Б.В. Зубкова. – Ульяновск : УВАУ ГА (И), 2013. – 451 с.
2. Мозоляко А.В., Акимов А.Н., Воробьев В.В. Проблемы предотвращения выкатывания гражданских воздушных судов на этапе пробега по ВПП // Научный вестник МГТУ ГА. Сборник научных статей. – 2014. – №204. – С. 74–77.
3. Сайфутдинов Р.А., Глушков В.А., Гайниева Д.А., Кузнецова А.С. Информационная система управления профессиональными рисками. Образование и информационная культура: теория и практика. Сборник научных трудов. – Ульяновск, 2017. – С. 99–103.
4. Сайфутдинов Р.А., Гаврющенко А.П., Магдеева Д.Р., Карсакова Е.Д. Управление безопасностью технологических процессов. Информационные технологии в образовании. Материалы всероссийской очной научно-практической конференции 15 марта 2019 года. Республика Татарстан. – Буинск, 2019. – С. 101–104.

## ПОВЫШЕНИЕ ЗАЩИЩЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОТОКОЛА SIP В IP-АТС НА ПЛАТФОРМЕ ASTERISK

**Перминов Александр Андреевич**

*Академия ФСО России,  
РФ, г. Орел*

**Тезин Александр Васильевич**

*научный руководитель, канд. техн. наук, доцент,  
сотрудник, Академия ФСО России,  
РФ, г. Орел*

**Колесников Александр Александрович**

*научный руководитель,  
сотрудник, Академия ФСО России,  
РФ, г. Орел*

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются уязвимости современных транспортных протоколов, используемых в ip-телефонии, а также перечисляются способы защиты от наиболее часто используемых атак.

**Ключевые слова:** RTP-пакет, пакет, SIP-сервер, прокси, сервер, сессия, абонент, злоумышленник, UDP, атака, ip-телефония.

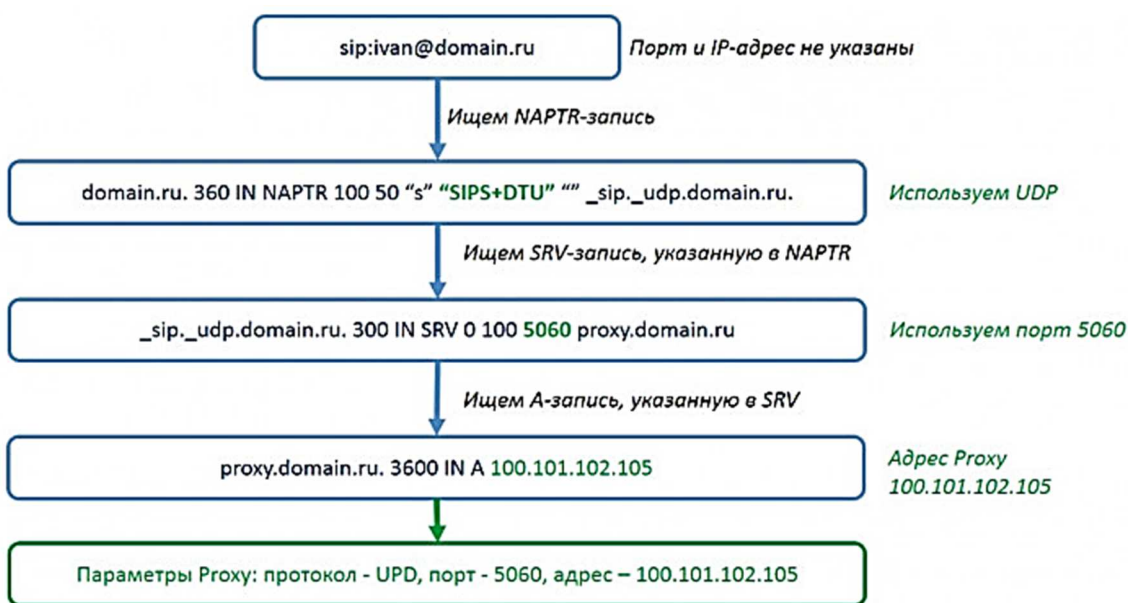
На сегодняшний день с целью передачи мультимедийного трафика используют UDP (User Datagram Protocol) и RTP (Real-time Transport Protocol) протоколы. Они позволяют отправлять большое количество пакетов за короткое время, сохраняя приемлемое качество передачи, учитывать порядок следования и число утраченных пакетов, поскольку это позволит приемной стороне быстрее восстановить речь отправителя.

Однако у данной связки протоколов есть существенный недостаток — инициализация и сброс вызова, а также передача сигналов управления. UDP (User Datagram Protocol) не позволяет организовать перезапросы пакетов — все поврежденные пакеты удаляются из буфера. RTP же не может установить надежное соединение между портами собеседников, из-за чего пакеты с информацией как со служебной, так и с пользовательской не будут приходить нужному



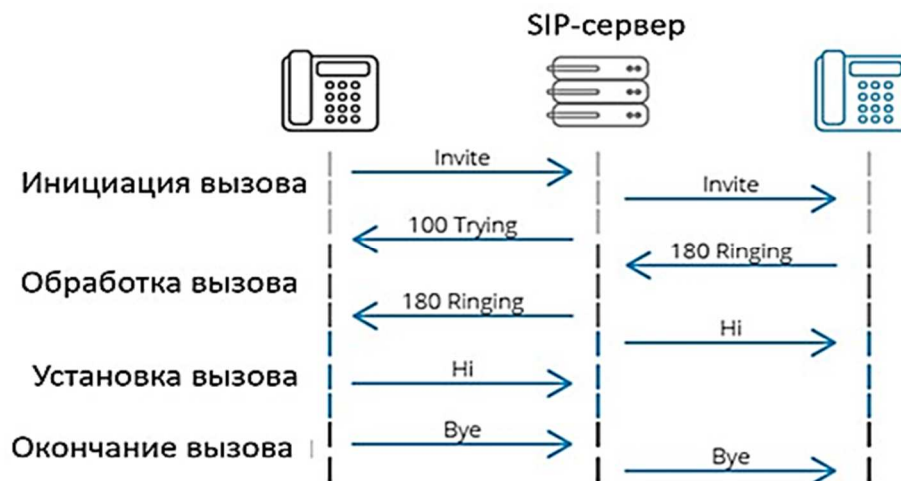
адресату. Для контроля доставки управляющих пакетов используют протокол SIP (Session Initiation Protocol) [1]. Данный протокол очень распространен в VoIP (Voice over Internet Protocol), поскольку не зависит от вида транспортного протокола — поддерживает передачу по UDP, TCP (Transmission Control Protocol), RTP. SIP не накладывает ограничений на передвижение пользователей сети внутри домена, способен взаимодействовать с другими протоколами ip-телефонии, достаточно просто конфигурируем при расширении сети. Клиенты SIP-сети идентифицируются по универсальным идентификаторам, называемыми SIP-URI. Внешне они похожи на адреса электронной почты: sip:ivan@ivanov.ucheba.ru. С одной стороны, такое решение очень удобно для настройки администраторами. С другой — злоумышленник, который смог перехватить нужные пакеты, сможет без труда определить кому они предназначены, а также сформировать представление о системе доменов в сети, что влечет за собой риски для информационной безопасности.

Для того что бы убедиться в этом, необходимо понять работу протокола SIP. Перед тем как установить соединение абонентов необходимо правильно подготовить служебную информацию. На рисунке 1 показан алгоритм инициализации выходящих пакетов управления, благодаря которым будет установлено соединение с собеседником.



**Рисунок 1. Алгоритм инициализации адреса прокси-сервера**

Необходимо отметить, что очень часто пользователи не знают ip-адрес того, с кем хотят связаться. В связи с этим необходимо использовать службу DNS, в которой будут храниться авторизованные именные ссылки, которые в зарубежной литературе называются NAPTR (Name Authority Pointer) [2]. После того как прокси-сервер узнает адрес пользователя, который инициирует сеанс связи и того, к кому обращаются, может быть установлен поток передачи данных.



**Рисунок 2. Пример инициализации разговора в VoIP по протоколу SIP**

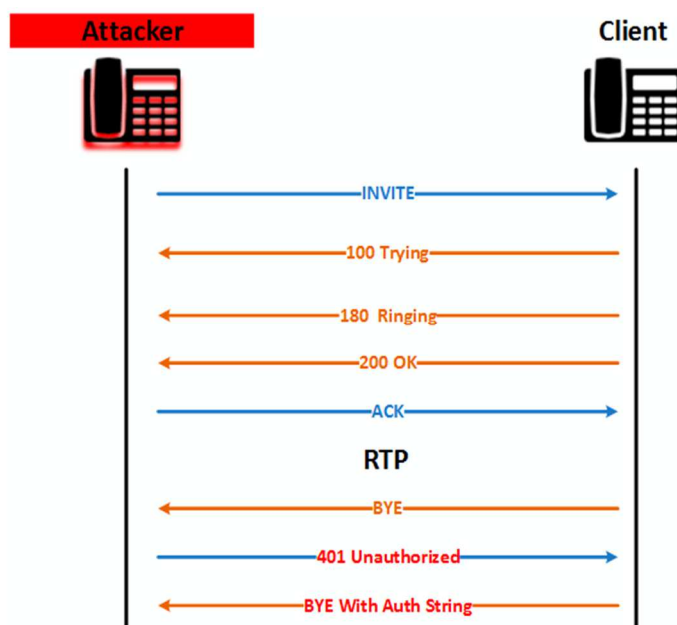
Наиболее распространенная структура взаимодействия по протоколу SIP между абонентами представлена на рисунке 2 и состоит из следующих пунктов:

- отправитель инициирует запрос INVITE;
- получатель отвечает кодом 100 (попробуйте позвонить);
- отправитель начинает звонить, отправляя ответ 180;
- получатель поднимает трубку и отправляет код 200 (успешный ответ);
- подтверждение о начале сеанса, отправленное инициатором (ACK(англ. Acknowledge – подтверждение));
- трансляция пакетов пользователей по RTP-протоколу;
- отправляется запрос BYE для завершения вызова.

Каждому пользователю в организации назначена учетная запись SIP, которая содержит имя пользователя, пароль и адрес сервера SIP. Именно на этапе взаимодействия с сервером появляются угрозы информационной безопасности. Для

того, чтобы войти в систему учета и инициализировать вызов клиент отправляет запрос регистрации на сервер, который отвечает ему просьбой об аутентификации и отправляет специальное число. Абонент присылает строку текста, в которой указаны учётные данные и вычисленную хэш-сумму своих данных и специального числа, после чего сервер проверяет поступившие данные. Если находит соответствие, то устанавливает соединение. Аналогично проходят аутентификацию и вызываемые пользователи, только в этом случае сервер пришлет приглашение (INVITE) на установление соединения.

Злоумышленник будет пытаться выкрасть именно строку авторизации, в которой содержится хешированный пароль. А поскольку протокол SIP использует MD5 хэш-сумму, то нарушитель способен за считанные минуты найти коллизию и расшифровать перехваченное сообщение. Если взамен сервера клиент подключится к злоумышленнику данные учетной записи пользователя могут быть похищены. Для реализации атаки необходимо симитировать запросы SIP-сервера, как показано на рисунке 3, и позвонить жертве.



**Рисунок 3. Схема реализации атаки с подменой сервера аутентификации**

Абонент отвечает на входящий звонок и не слышит ответа на другой стороне, не подозревая, что злоумышленник запрашивает его данные авторизации,

имитируя разрыв соединения и ошибку авторизации. Получив заветную строку с хэшированной информацией пользователя, атакующий может в бессетевом режиме узнать учетные данные, подобрав правильное значение хэша. Для оценки уязвимости алгоритма SIP MD5 был проведен эксперимент. Для его проведения использовалось приложение SIPcrack – набор инструментов для прослушивания и взлома дайджест-аутентификаций в протоколе SIP. Методом взлома пароля был простой перебор.

*Таблица 1.*

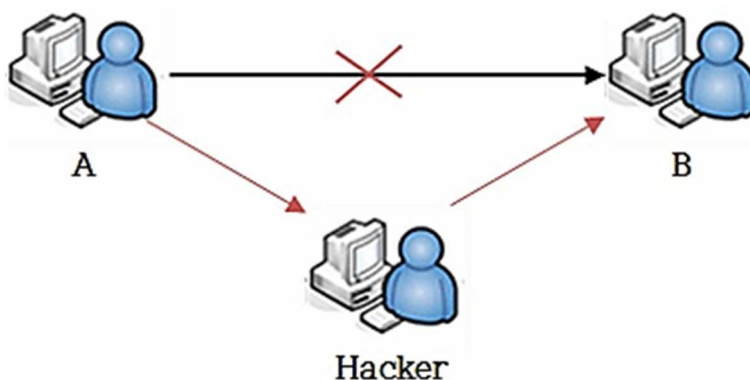
**Значения**

Тип символов в пароле	Длина пароля, число символов	Число попыток для взлома	Время выполнения, с
Только строчные буквы	6	321 272 406	251
Только строчные буквы	7	2 548 193 457	1987
Только строчные буквы	8	18 346 992 890	13710.3
Буквы и цифры	6	2 070 824 395	1843.7

Не сложно заметить, что с увеличением длины пароля линейно возрастает время. Тем не менее это показывает, что использование MD5 не желательно даже в том случае, если предполагается, что злоумышленник будет только перебирать пароли. Анализ успешно проведенных атак показал, что большинство компаний для удобства клиентов разрешают использование паролей менее 5 символов. Следующим шагом эксперимента стало использование атаки с использованием словарей. В качестве программного обеспечения использовался пакет Nhashcat, который позволяет выбирать словари с наиболее часто используемыми паролями. В качестве пароля использовалось слово «PassWord» с хэшсуммой есcb0e6cfeed40a66a8fe19c55186749. Утилита смогла подобрать хэш за 90 с. Не сильно увеличилось время и при изменении букв на символы. «Pass#F8\$». Полученный хэш: b7d1c6706c760d59c83d3904d477d556, время на подбор — 157 с. Таким образом, можно сделать вывод, что для выработки хэшсуммы необходим другой алгоритм, который не будет сильно уступать по времени получения хэша, но окажется гораздо устойчивее к коллизиям и атакам с применением словарей.

Атака опасна для систем ip-телефонии имеющих: открытые порты, оконечное оборудование, в котором не запрещено отвечать на INVITE-запросы с неизвестных номеров и адресов, а также ip-АТС (автоматическая телефонная станция), разрешающие отправлять пакеты-приглашения напрямую абонентам. В целях повышения защищенности системы, рекомендуется заменить MD5-хэширование на отечественный криптографический стандарт ГОСТ Р 34.11-2012.

Следует отметить, что из-за уязвимости протокола передачи RTP очень часто реализуется несанкционированное подслушивание трафика абонентов посредством MITM-атаки (Man-in-the-middle). Простейшая схема этой атаки показана на рисунке 4. Дело в том, что во время обработки запросов прокси-сервер отвечает на RTP пакеты, не требуя аутентификации. В результате чего, злоумышленнику достаточно отправить RTP-пакет во время передачи потока данных [3]. В этом случае сервер ответит пакетами RTP-стрима, внесет нарушителя в информационную таблицу об окончных пользователях, и злоумышленник станет полноценным участником разговора. При этом никакого оповещения уже участвующих в обмене данными не произойдет. Единственное, что нужно знать злоумышленнику — номер порта приложения, который используют стороны переговоров. Узнать порт также не составит труда — информация управления и взаимодействия, передаваемая по протоколу SIP в незашифрованном текстовом формате, может быть перехвачена в сети общего пользования, через которую проходит передача пакетов.



**Рисунок 4. Простейшая схема MITM-атаки**

Решением проблемы могут стать виртуальные частные сети (VPN), которые шифруют данные пользователя, передаваемые по туннелю. Шифрованную речь сразу можно передать на сервер, тем самым уменьшив нагрузку на узел обработки сети и не понижая качество разговора. Кроме того, на базе программной платформы Asterisk [4] версии выше 14.6.1 существуют официальные программные решения, основанные на идее аутентификации пользователей на момент инициализации сессии, а также ее обновления в момент добавления новых пользователей, что значительно снижает риски несанкционированного доступа. Системы SIP поддерживают протокол безопасности транспортного уровня (TLS) для шифрования кодов, отправляемых для запроса соединения. Это гарантирует, что только авторизованные абоненты, участвующие в соединении, смогут правильно принять коды, не позволяя хакерам получить к ним доступ. Для преодоления проблем, связанных с атаками на SIP-сеть, компания Cisco предлагает использовать криптографические туннели IPSec, для безопасного шифрования SIP-сообщений. Практическое решение реализовано на базе сервера Cisco Unified Communications Manager, который выступает в качестве узла доступа в туннеле IPSec. Атаки типа MITM можно предотвратить с помощью коммутаторов Cisco Catalyst, которые проводят проверку таблиц подключенных пользователей при помощи цифровых подписей.

Однако не устраняется проблема со сканированием портов SIP-сервера и отправки на NAT-адрес запросов RTP. Так, например, при помощи перебора диапазонов подсетей злоумышленники могут узнать работающий порт, используемую VoIP платформу и служебную информацию пользователя, а именно его сетевой идентификатор. Снизить угрозу можно, заменив протокол RTP на его более защищенную версию — SRTP (Secure Real-time Transport Protocol), который защищает отправителя и получателя во время соединения. Он шифрует данные пользователя, так что только легитимные пользователи могут получить доступ к отправленному аудиосообщению. При использовании защищенного SRTP-протокола необходимо будет учесть, что потребуется большая вычислительная мощность серверов и более объемные буферы обработки входящих пакетов,

поскольку время на обработку возрастет, а вместе с тем могут появиться нежелательные задержки и джиттер, которые способны оборвать соединение между абонентами. Кроме того, по SIP будут рассылаться ключи шифрования, что потребует шифрования и служебной информации. Тем не менее риски при применении протокола SRTP значительно снижаются, по сравнению с возможным использованием злоумышленниками уязвимостей протокола RTP.

Следующая проблема заключается в том, что трафик SIP-сообщений передается в виде обычного текста. Делается это для того, чтобы уменьшить время при обработке служебной информации, снизить размер пакета и тем самым избежать лишней фрагментации данных. Провайдеры стремятся сохранить требования качества предоставляемых услуг, мало задумываясь об информационной безопасности пользователей. На сегодняшний день качество передачи возможно гарантировать, если правильно настроить политики обслуживания абонентов и верно выбрать протокол транспортного уровня для SIP. Транспортные протоколы, используемые в VoIP, являются основным источником уязвимостей. SIP запрос передается в обычном текстовом виде, что облегчает анализ с помощью стандартных инструментов синтаксического анализа, таких как язык шаблонов Perl. При установлении сеансов связи SIP-телефоны взаимодействуют, отправляя свои SIP-сообщения в виде обычного текста по UDP или TCP. Если злоумышленник сможет вставить нужную ему информацию в поток сообщений, то он, как минимум, определит адреса источника и назначения для медиапотока. В худшем же варианте, он перенаправит поток туда куда ему нужно или прервет вещание. Без служебной информации злоумышленнику пришлось бы постоянно отправлять большое количество пакетов через большой диапазон портов для перегрузки работы сервера, чтобы нарушить медиапотоки RTP, что вполне возможно, однако сопряжено с определенными трудностями. Так, например, во второй половине 2021 года участились случаи DDOS-атак на серверы IP-АТС [5]. Анализ уязвимостей показал, что при достаточной загруженности сети и большом количестве VPN-туннелей, серверное оборудование не выдерживало массового потока запросов. В результате атак компании-поставщики услуг

VoIP долгое время не могли восстановить работу системы. Как выяснилось, связано это было с некорректными настройками качества обслуживания (QoS), которые неравномерно распределяли полосу пропускания канала передачи для виртуальных частных сетей. В результате в часы наибольшей загруженности сети общего доступа, когда по ней перемещалось большое количество данных разного рода, а потребление ресурса полосы пропускания росло за счет увеличения числа защищенных туннелей, злоумышленнику гораздо проще было вызвать отказ в работе сервера.

Существуют и другие типы атак, которые направлены на голосовые сети. К ним относятся:

1. SPIT — спам через IP-телефон, который включает, например, отправку нежелательных сообщений на дисплей IP-телефона или заставляет IP-телефон время от времени звонить;
2. фишинг — вид мошенничества, в котором жертва предоставляет свою личную информацию по телефону.

Однако современные тенденции атак склоняются к несанкционированному доступу к разговорам пользователей или полной невозможности использования средств ip-телефонии. В августе 2022 года на конференции DEFCON [6] была опубликована уязвимость, основанная на отправке специальных UDP-пакетов. Особенность ее заключается в том, что при переполнении буфера, накапливающего пришедшие пакеты, возникает вероятность перезаписи памяти за пределами выделенного участка памяти. То есть, если на SIP-сервер поступили пакеты с некорректно заполненными полями данных появляется возможность последующими UDP-пакетами, содержащими вредоносный код, внедрить скрипт злоумышленника в оперативную память работающей системы, будь то сервер или маршрутизатор. Подобным образом нарушитель сможет открыть ранее закрытые порты, подключиться к сессиям пользователей и подслушать их разговор, а самой серьезной угрозой является то, что у нарушителя есть возможность выкрасть учетные записи администраторов. На данный момент готового решения этой проблемы нет. Существуют общие рекомендации по предотвращению



переполнения буфера приложений. Самым лучшим решением данной проблемы будет правильная настройка брандмауэра, который будет просматривать содержимое пакетов и отбрасывать некорректные UDP-пакеты.

По результатам проведенных исследований можно сделать следующий вывод: большинство успешных атак происходят по причине некачественной настройки работы сетевых протоколов, неправильного применения политики разграничения доступа, слабого контроля за поведением трафика в системе со стороны администраторов.

В целях повышения защищенности использования протокола SIP в ip-АТС на платформе Asterisk рекомендуется использовать следующую методику:

- закрывать неиспользуемые порты;
- использовать отечественный криптографический стандарт ГОСТ Р 34.11-2012 для получения хэш-образов паролей абонентов;
- при инициализации соединения SIP предварительно должна быть произведена двусторонняя аутентификация сервера и абонента, после чего проверке подвергаются вызывающая и приемная стороны по таблицам легитимных пользователей, хранящихся на SIP-сервере.
- сеанс связи организовывать по TLS-туннелю, поскольку он является более легким и более простым в управлении протоколом, чем IPSec, который применяет сквозное шифрование и для быстрой обработки пакетов потребует большей производительности от оконечного оборудования.
- запретить доступ конечных абонентов к прокси-серверу, все запросы должна перенаправлять ip-АТС. Это позволит сократить время на обработку пакетов, поскольку вычислительные сложности идентификации, аутентификации и управления передачей будут распределены.

В результате применения предлагаемой методики упростится протоколирование входящих, исходящих вызовов, что позволит существенно сократить время реагирования на инциденты информационной безопасности, возникающие при работе системы.

## Список литературы:

1. Баскаков, И.В. IP-телефония в компьютерных сетях / Баскаков И.В. , Пролетарский А.В. , Федотов Р.А. , Мельников С.А. - Москва : Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ", 2016. (Основы информационных технологий) - ISBN 978-5-94774-978-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785947749786.html> (дата обращения: 30.10.2022). - Режим доступа : по подписке.
2. Альбитц Пол. Ли Крикет. DNS и BIND, 5-е издание : пер. с англ. М.,2008. С. 710, ISBN: 978-5-93286-105-9.
3. Detects and exploits the RTP Bleed vulnerability [Электронный ресурс]//Sipvicious.pro [сайт]. URL: <https://docs.sipvicious.pro/stable/cui-reference/rtp/bleed/> (дата обращения: 13.11.2022) - Режим доступа : свободный.
4. Asterisk™: The Future of Telephony Second Edition Jim Van Meggelen, Leif Madsen, and Jared Smith Asterisk™: будущее телефонии, 2-е издание. - Пер. с англ. - СПб: Символ-Плюс, 2009. - 656 с.
5. DDoS-атаки в III квартале 2021 года [Электронный ресурс]//Securelist by Kaspersky [сайт] - URL : <https://securelist.ru/ddos-attacks-in-q3-2021/103874/> (дата обращения: 13.11.2022) - Режим доступа : свободный.
6. CVE-2022-27255 Detail [Электронный ресурс]// nvd.nist.gov [сайт]. URL: <https://nvd.nist.gov/vuln/detail/CVE-2022-27255> (дата обращения: 05.11.2022) - Режим доступа : свободный.

## ВОДОРОД КАК АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ВИД ТОПЛИВА

*Скориков Владислав Русланович*

*студент,*

*Политехнический институт,*

*филиал ДГТУ,*

*РФ, г. Таганрог*

## HYDROGEN AS AN ALTERNATIVE FUEL

*Vladislav Skorikov*

*Student,*

*Polytechnic Institute, branch of DSTU*

*Russia, Taganrog*

**Аннотация.** Наиболее актуальными становятся широкомасштабные научные исследования по использованию новых природных ресурсов для получения альтернативных видов топлива. Тема использования водорода занимает лидирующие позиции при обсуждении перспективных направлений развития мировой энергетики и достижения глобальных. В данной статье рассмотрен водородный вид топлива, показаны его преимущества и недостатки по сравнению с бензиновым и дизельным топливом. Представлена характеристика типов водородных двигателей. Рассмотрены способы получения водорода, обоснованы наиболее экологичные и эффективные методы его получения путем конверсии природного газа метана и комбинированными процессами из воды.

**Abstract.** Large-scale scientific research on the use of new natural resources to obtain alternative fuels is becoming the most relevant. The topic of the use of hydrogen takes a leading position in the discussion of promising directions for the development of world energy and the achievement of global ones. In this article, the hydrogen fuel type is considered, its advantages and disadvantages compared to gasoline and diesel fuel are shown. The characteristics of the types of hydrogen engines are presented. The methods of hydrogen production are considered, the most environmentally friendly and effective methods of its production by converting natural gas methane and combined processes from water are substantiated.

**Ключевые слова:** альтернативные виды топлива, водород, топливо для двигателей, экология, топливный элемент, электрический проводник.

**Keywords:** alternative fuels, hydrogen, engine fuel, ecology, fuel cell, electric conductor.

В современном мире очень остро стоит проблема альтернативных источников энергии, что связано как с и научно-техническим прогрессом, так и повышения качества жизни социума. Поэтому актуальны научные и исследования, направленные на решения проблем по разработке новых видов топлива, которые, будучи эффективными, они должны снизит уровень риска для окружающей среды за счет внедрения научных открытий и разработок. Использование водорода в качестве энергоносителя позволит существенно сократить потребление ископаемых углеводородов и значительно продвинуться в решение не только экологических проблем, но и снижения загрязнение атмосферы особенно в крупных мегаполисах. Автомобильный транспорт, работающий на электричестве или водороде пока еще не получил широкого распространения, так как их модели находятся в стадии проектирования и экспериментальных моделей. В энергетической стратегии РФ большое внимание отводится созданию новых видов топлива включая водородный. Определен комплекс ключевых мер по производству, транспортировке и потреблению водорода. В статье «Электромобильный и гибридный транспорт: силовые схемы, оборудование, проблемы и перспективы развития» авторы указывают, что «...необходимо выделить проблему стимулирования спроса на внутреннем рынке на топливные элементы с использованием водорода для транспорта» [1]. Следовательно, проблемам, связанным с совершенствованием водородной энергетики должно быть уделено больше внимания, поскольку переход на неё будет способствовать повышению качества автомобильного транспорта и его экологичности.

Выпуск серийного автотранспорта пока еще невозможен из-за отсутствия инфраструктуры заправок такого типа автомобилей и невозможности в

промышленных масштабах получать водород путем электролиза воды. Этот процесс довольно затратное дело и многие автокомпании не спешат на него переходить, потому, что ожидают от науки новых разработок более дешевых и простых способов получения водорода. Кроме того, работа электродвигателя на водородном топливе нуждается в преобразователе тока, что требует мощных аккумуляторных батарей, которые в настоящее время продолжают оставаться дорогостоящими.

Начиная с XIX века идут исследования по применению водорода в качестве топлива. Одним из первых изобретателей, который начал разработку этой темы, был французский изобретатель Франсуа Исаака де Риваз (1752-1828), который в 1806 году первым в мире создал двигатель, работающий на водородном топливе. В 1807 году он подал заявку на патент своего изобретения под названием «использование взрыва светильного газа или иных взрывающихся материалов как источника энергии в двигателе». Кроме того, де Риваз проводил эксперименты с паромобилями. Его исследования позже были продолжены бельгийским изобретателем Жан Жозеф Этьен Ленуар (1822-1900) с применением энергии водорода. Он считал, что водород будет служить человечеству в качестве основного топлива. А.Б. Шаяхметов пишет, что «появление автомобилей на водородном топливе призвано ускорить процесс развития необходимой для обслуживания таких транспортных средств инфраструктуры. Электромобили, работающие на аккумуляторах, - это действительно великолепная технология, но, как и факс-машины, это временное явление» [4]. Следовательно, для расширения производства автомобилей необходимы разработки получения более дешевого водорода. Но пока существует и другая проблема, связанная с малым запасом хода и длительным временем подзарядки, что оказывает влияние на потребительский спрос.

Потребление огромных количеств ископаемых ресурсов приводит к глобальному потеплению на планете Земля, что оказывает влияние на изменение климата, загрязнение атмосферы, разрушение озонового слоя и т.д. В таких условиях водород может стать наиболее многообещающим источником

возобновляемой энергии. Водородные топливные элементы могут вырабатывать электроэнергию, используя химические газы и окислители в качестве реагентов. Вся технология является экологически чистой и производит воду в качестве побочного продукта.

Водородные двигатели подразделяются на два типа:

- тип агрегата с топливным элементом;
- ДВС, приспособленный для работы на водороде.

Таким образом, в топливном элементе, основанном на принципе батареи происходит электрохимический процесс, а отличие водородного аналога – это более высокий КПД (в некоторых случаях более 45 процентов).

Топливный элемент представляет собой единую камеру, в которой размещены два элемента: катод и анод. Оба электрода покрыты платиной или палладием. Между ними расположена мембрана. Она делит полость на две камеры. В полость с катодом подается кислород, а во вторую - водород. В результате происходит химическая реакция, итогом которой является соединение молекул кислорода и водорода с выделением электричества. Побочным эффектом процесса является выделение воды и азота. Электроды топливных элементов подключены к электрической цепи автомобиля, включая электродвигатель.

В случае водородного ДВС, хотя двигатель называется водородным, он имеет ту же структуру, что и обычный двигатель внутреннего сгорания. Разница состоит в том, что горит не бензин или пропан, а водород. Если баллон наполняется водородом, то возникает одна проблема - данный газ снижает эффективность обычного агрегата примерно на 60 процентов.

Двигатели на водородном топливе в сравнении с дизельными, бензиновыми и даже электродвигателями обладают рядом преимуществ, а именно:

- экологически чистым выбросом;
- бесшумной работой силового агрегата (электрическая тяга);
- использованием топливного элемента, не требующего частого технического обслуживания;
- быстрой заправкой;

- силовой установкой и источником энергии, работающими более стабильно даже при низких температурах по сравнению с электромобилями.

Таким образом, дальнейшее развитие концепции применения водородных технологий в автомобилестроении, должно быть основано на использовании водородного топлива.

Кроме выше указанных преимуществ у водородного топлива есть и недостатки:

- во-первых, чтобы водород воспламенился, он должен находиться в газообразном состоянии, что создает определенные трудности, а именно, для сжатия легких газов требуются специальные дорогостоящие компрессоры;

- во-вторых, существует проблема с правильным и безопасным хранением и транспортировкой топлива, из-за того, что оно легко воспламеняется и взрывоопасно.

Поскольку водород является горючим газом, то при его транспортировке и хранении необходимо строго соблюдать меры безопасности, для чего нужны высокочувствительные газоанализаторы, дающие сигнал в случае его утечки. Водород, будучи летучим газом, при попадании в атмосферу он быстро поднимается вверх, поэтому, если будет пробит бак, то газ очень быстро улетучится. Авария с участием такого автомобиля будет сопровождаться серьезным взрывом и последствиями экологического, техногенного и так далее характера.

Учитывая безответственное отношение некоторых водителей к собственной безопасности и жизни других участников дорожного движения, такие транспортные средства пока нельзя выпускать на дороги без специального обучения, дополнительного обслуживания и соответствующего правового обеспечения.

Стоит принять во внимание еще такой фактор, что в настоящий момент водородные автомобили немного дороже обычных в плане эксплуатации. Так, при поездке протяженностью 480 км затраты на горючее для владельца обычной машины составят примерно 45 долларов, а вот владелец Toyota Mirai заплатит около 57 долларов. Стоимость 1 кг водорода составляет в среднем 11.45 долларов, но она может быть компенсирована в процессе его использования и научных

разработок, исключая технический риск и обеспечивающих безопасность окружающей среды. Водород, с точки зрения сохранения окружающей среды, это идеальное топливо.

Сгорая в чистом кислороде, он превращается в воду. Все химические процессы разложения воды протекают в замкнутом циркуляционном контуре, в этот контур вводят только воду и тепло высокого потенциала, из которых выделяются водород и кислород под действием тепла. Водород, обладая высокой температурой сгорания (120 МДж кг), выделяет в 2,5-3 раза больше тепла, чем бензин (42 МДж кг). Кроме того, когда водород используется в автомобильных двигателях, в составе горючих газов присутствуют только водяные пары. Если его получать из воды путём электролиза, то процесс замыкается: вода-водород-вода. Ресурсы этого топлива колоссальные и постоянно возобновляются. Водород может стать универсальным топливом, вот почему его называют топливом будущего.

Для получения водородного топлива можно использовать природные ресурсы, которые широко распространены в окружающей среде. К ним относятся жидкие углеводороды и их газы, твердое топливо, нефть, вода и другие источники энергии, необходимые для его производства. В настоящее время в практике получения водорода применяется преобразование природного газа метана.

Этот процесс в основном состоит из двух этапов получения чистого водорода, а затем, на втором этапе угарный газ превращается в водяной пар. Следовательно, если предположить, что большинство транспортных средств перешли бы на использование водорода, то экологические проблемы, связанные с загазованностью мегаполисов, были бы решены. Но для больших объёмов использования водорода транспортными средствами возможно применение и других видов тепловой энергии, такие как, геотермальное тепло воды, солнечное тепло, а также производство атомных реакторов, и т. д.

Исходя из выше изложенного, можно сделать вывод, что подавляющее большинство возможностей, связанных с водородной энергетикой, абсолютно



не реализуются в современных условиях по соображениям безопасности. Поэтому проблему перехода на водородное топливо необходимо решать не только с обычными техническими и технологическими исследованиями, а с исследованиями, прежде всего, в области безопасности технологических процессов.

### **Список литературы:**

1. Амангалиев Е.З., Сарваров А.С., Косматов В.И., Петушков М.Ю., Омельченко Е.Я. Электромобильный и гибридный транспорт: силовые схемы, оборудование, проблемы и перспективы развития //ЭС и К. 2022. №1 (54). С. 25.
2. Гальшев Ю.В. Применение водорода в качестве моторного топлива // Турбины и дизели. – 2007. – С. 8-12.
3. Раменский А.Ю., Шелищ П.Б., Нефедкин С.И. Применение водорода в качестве моторного топлива для автомобильных двигателей внутреннего сгорания. История, настоящее и перспективы // Альтернативная энергетика и экология. – 2006. – № 11 (43). – С. 63-70.Эйхльседер Х., Валлнер Т., Фрейман Р., Ринглер Дж. Потенциал водородных двигателей внутреннего сгорания в сценарии мобильности будущего // Документ SAE 2003. – 2003-01-2267.
4. Шаяхметов А.Б. Перспективы перехода на водородное топливо // Наука и техника Казахстана. 2017. №3-4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-perehoda-na-vodorodnoe-toplivo> (дата обращения: 14.11.2022).
5. Эйхльседер Х., Валлнер Т., Фрейман Р., Ринглер Дж. Потенциал водородных двигателей внутреннего сгорания в сценарии мобильности будущего // Документ SAE 2003. – 2003-01-2267.

# ЗАВИСИМОСТЬ РЕЗКОГО УВЕЛИЧЕНИЯ СИЛ В ТОЧКЕ ПЕРЕХОДА ПРЯМОГО УЧАСТКА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ В ПЕРЕХОДНУЮ КРИВУЮ

*Туманов Дмитрий Олегович*

*Иркутский государственный университет путей  
сообщения,  
РФ, г. Иркутск*

## DEPENDENCE OF A SHARP INCREASE IN FORCES AT THE TRANSITION POINT OF A STRAIGHT SECTION OF RAILWAY TRACK INTO A TRANSITION CURVE

*Dmitry Tumanov*

*Irkutsk State University of Railway Transport,  
Russia, Irkutsk*

**Аннотация.** В данной статье приведены особенности формирования переходной кривой. Так же разобраны основные причины резкого увеличения сил в точке перехода прямого участка железнодорожного пути в переходную кривую.

**Abstract.** This article presents the features of the formation of the transition curve. The main reasons for the sharp increase in forces at the point of transition of the straight section of the railway track into the transition curve are also analyzed

Подвижной состав на входе с прямого участка пути в кривую испытывает центробежное ускорение. В зависимости от скорости перемещения, массы поезда, локомотива и сопутствующих факторов, критическому воздействию подвергаются колесные пары, рельсы, шпалы. Для плавного перехода предусмотрены переходные кривые (ПК), позволяющие нивелировать негативные последствия. При формировании ПК учитывается протяженность участков, скоростной режим, наличие стрелочных переводов, имеющиеся ограничения.

## **Причины, обуславливающие необходимость формирования переходной кривой**

Для обеспечения безопасности нормами ПТЭ и другими документами предусмотрены правила движения на различных категориях путей. Плавность входа колесной пары обеспечивается возвышением наружного рельса над внутренним элементом, в зависимости от радиуса кривой, указанного в паспорте станции или перегона.

На формирование ПК влияет ряд сопутствующих причин:

1. Установленная скорость. Чем она выше, тем плавней должен быть переход.
2. Тип балласта и рельс.
3. Результаты очередных проверок дорожными мастерами и путеизмерительной техникой.
4. Наличие стрелочных переводов, платформ, указателей, мостов, других инженерных сооружений.
5. Шпалы (ж/б или деревянные).
6. Конфигурация пути (бесстыковая плетель, звеньевые участки).

Принятые радиусы кривых составляют от 400 метров (на горных и сложных участках) до 4 000 м. Показатель указывается при создании проектного плана дороги, с учетом технических особенностей.

### **Особенности формирования ПК**

Взаимодействие прямых искривленных участков провоцирует в точке сопряжения появление внезапного центробежного усилия  $F$ , прямо пропорционально скорости  $V$  и обратно – радиусу  $R$ . Для формирования постепенного повышения центробежного воздействия, укладывается переходная кривая, меняющаяся плавно.

Формулы расчета:

$$F = MV^2/R \text{ и } Sk/S = Fk/F = p/R/.$$

Расшифровка:

- $S$  и  $p$  – актуальные показатели дистанции от начала перехода и радиуса кривизны;

- радиус кривизны –  $R$ ;
- $k$  – коэффициент переменных в конце ПК;
- центробежная сила –  $F$ .

Спираль клотоидного или радиального типа определяется при помощи формулы  $lR/S$ , в которой  $l$  – длина ПК.

### Угловой поворот трассы ПК

На минимально коротком отрезке кривой происходит поворот трассы на угол. После подставки радиуса искривления получается интегрирование от начала НК до текущей точки.

В математическом отображении процедура выглядит следующим образом:

1.  $d = ds/p$ .
2.  $R/d\phi = s ds$ .

$$Rl \int_0^{\phi} d\phi = \int_0^s s ds$$

### Схема ПК

На указанной схеме предусмотрены следующие обозначения:

- $\alpha$  – угловые изменения поворотов;
- $\phi$  – в текущем месте  $i$ ,  $\beta$  – в конце трассы;
- $b$  – учет координат.

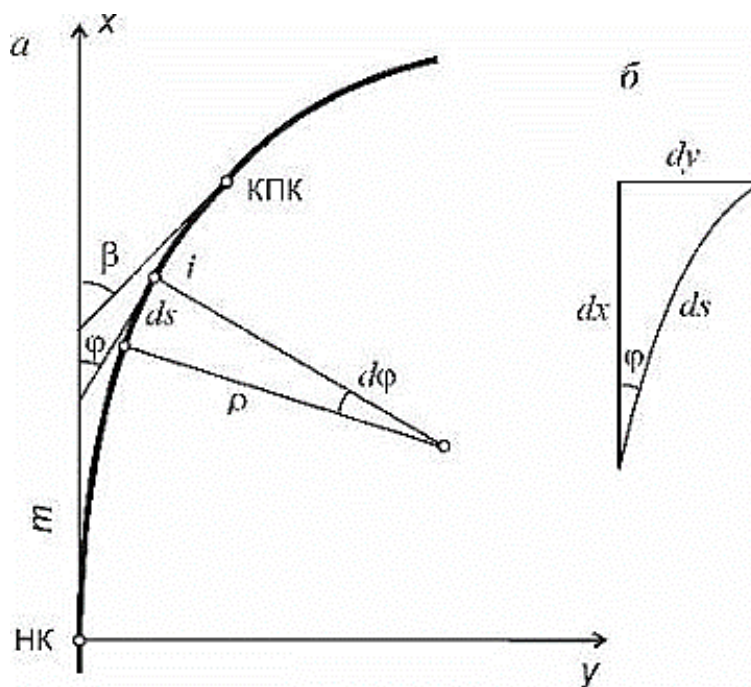
Формулы и графики:

$$\beta = \frac{l}{2R}$$

$$l = 2Rb$$

Где:

- $b$  – угол поворота трассы в конце переходной кривой;
- $l$  – ПК по длине;
- $R$  – радиус кривизны в крайней точке ПК, равный аналогичному параметру следующей за нею круговой конструкции.



**Рисунок 1. График**

### **Смещение или сдвигка начала кривой**

Дуговая переходная кривая НК-КПК, трансформирующаяся после точки КПК в круговой вариант. При продолжении формирования до элемента Q, где направление по отношению к оси x,  $\rho$  параллельно, учитывают смещение в перпендикулярной конфигурации. Подробнее на схемах.

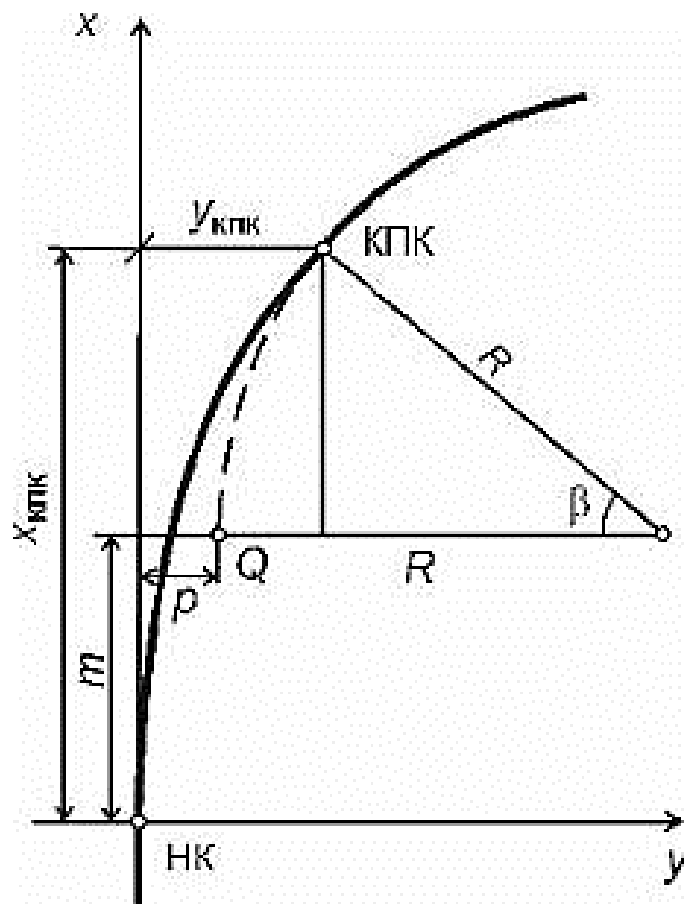


Рисунок 2. График

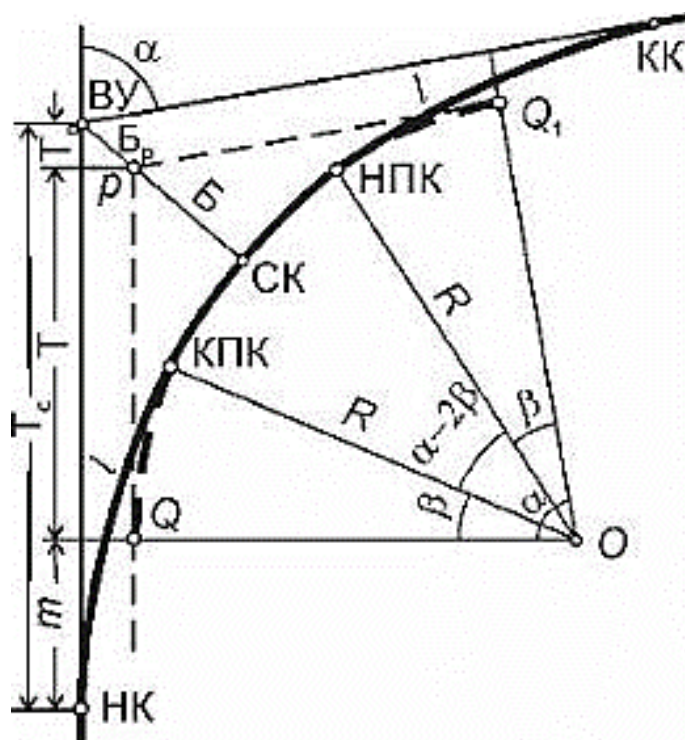


Рисунок 3. График

## Дополнительные силы и моменты

Координаты отмечены с начала НПК. По оси отложены актуальные показатели возвышения наружного рельса  $h$ , обозначенного в формуле через  $y$ .

$$\operatorname{tg}\gamma = \frac{dh}{dl} = A_0 \frac{dk}{dl}.$$

По условию в НПК и  $K_n K_t \operatorname{tg}\gamma = 0$ , в этих точках составляет  $\hat{\ } = 0$ . Максимальное ограничение угла и интенсивности его накоплению внутри интервала приводит к таким же требованиям по дальнейшему соотношению. Дополнительные силы и моменты пропорциональны ускорениям поступательной и угловой интенсивности.

При прямом движении ось колесной пары горизонтальна, а при перемещении по круговой кривой она наклонена к горизонту под углом  $a$ . Реальный угол наклона оси колесной пары составит  $|\sim \sin| = h/Sx$ .

По причине несущественного изменения ширины колеи в рамках измерений ПК, берется  $S_j = \text{const}$ . При движении колесной пары по переходной кривой ее наклон нестабилен. Угловая скорость реформации рассчитывается следующим образом:

$$\frac{d\psi}{dt} = \frac{1}{S_1} \frac{dh}{dt} = \frac{A_0 dk}{S_1 dt}.$$

Угловые ускорения изменения изгиба осей экипажей в НПК и КПК равны нулю, а на переходной кривой меняются непрерывно. Чтобы значения параметров и градиенты изменений ускорений по длине ПК не выходили за допустимые показатели, необходимо требования соблюдать и со второй производной кривизны по длине ПК.

$$\frac{d^2\psi}{dt^2} = \frac{A_0 v}{S_1} \frac{d \frac{dk}{dl}}{dt} = \frac{A_0 v^2}{S_1} \frac{d^2 k}{dl^2}.$$

Из множества вариантов выбирают такую кривую, которая лучше всего удовлетворит требованиям разбивки и содержания ПК.

### **Как снизить негативное воздействие в местах перехода**

Переменчивость кривизны, отводы возвышения наружного рельса и ширины колеи в пределах ПК вызывают добавочные физические моменты, которых нет на других зонах пути.

Проводимые работы:

1. Регулярные обходы с применением измерительных и контрольных приборов.
2. Составление графиков в инженерном отделе по обслуживанию и модернизации участков.
3. Периодическая проверка перегонов и станций вагоном-путеизмерителем с последующей выдачей нарушений на цифровой ленте с соответствующими отметками.
4. Устранение неисправностей посредством проведения капитального, среднего, текущего ремонта.

Общие требования к обустройству и содержанию ПК сводятся к тому, чтобы имеющиеся, внедряемые, развивающиеся, исчезающие силовые факторы в пределах определенной протяженности изменялись монотонно, по заданному графику, а в конечных и начальных точках ПК равнялись нулю.

### **Список литературы:**

1. Барабанов В.В. Содержание кривых участков пути на Юго-Восточной дороге // Журнал путь и путевое хозяйство №6 2018г. С 23-25.
2. Информация из интернета: [https://studopedia.ru/3\\_196744\\_obshchie-svedeniya-o-perehodnoy-krivoy.html](https://studopedia.ru/3_196744_obshchie-svedeniya-o-perehodnoy-krivoy.html) Дата обращения .20.11.2022.



## **ВЛИЯНИЕ МОБИЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ИНФОРМАЦИОННУЮ ИНФРАСТРУКТУРУ ФИНАНСОВЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ**

***Устюжанинова Дарья Сергеевна***

*студент,*

*Казанский государственный энергетический университет,*

*РФ, г. Казань*

***Бикеева Наталья Геннадьевна***

*старший преподаватель,*

*Казанский государственный энергетический университет,*

*РФ, г. Казань*

Развитие мобильных технологий произвело масштабную революцию в нашей жизни. В скором будущем в информационном секторе будут доминировать тенденции к росту качества и повышению качества и надежности предлагаемых банковских продуктов и услуг, к организации электронного доступа к ним со стороны клиентов, к повышению скорости осуществления платежных операций.

В современных условиях предприниматели ищут возможности развития на основе использования различных новых технологий, наиболее перспективными среди которых являются: анализ больших данных и мобильные технологии, искусственный интеллект, биометрия, машинное обучение, роботизация, облачные технологии, блокчейн [1].

С каждым годом страны все больше людей используют смартфоны и планшеты для выхода в информационную сеть Интернет и удовлетворения рабочих и личных потребностей с помощью цифровых технологий. Это создает дополнительные возможности для развития мобильной экономики: чем больше мобильных устройств используется в ежедневном режиме, тем больше компаний заинтересованы создавать сервисы и услуги на основе мобильного интернета.

Развитие информационной инфраструктуры дает бизнесу возможность фокусироваться на данной задаче, не отвлекаясь на административные вопросы. Созданы приложения для бухгалтерского учета, а также инструментов для дистанционного общения с сотрудниками, хранения данных в облаке, редактирования документов и договоров, создания веб-сайтов. Предприятия многих сфер

бизнеса начинают переводить свои бизнес-процессы в мобильные технологии [2]. Активно развиваются и продолжают развиваться сервисы мобильной коммерции.

Современные информационные технологии оказывают кардинальное влияние на бизнес-процессы в коммерческих организациях, выводя их на новый уровень качества[3]. Банковские технологии находятся в неразрывной связи с информационными технологиями, способствующими комплексной автоматизации бизнеса. Создание современных информационной инфраструктуры как инструмента развития и поддержки бизнеса происходит на основе следующих принципов:

- открытость технологий, способных взаимодействовать с различными внешними системами, помогать выбору программно-технической платформы, а также обеспечивать ее переносимость на какие-либо другие аппаратные средства;
- модульный принцип построения дает возможность легко конфигурировать системы под определенный заказ с дальнейшим наращиванием;
- масштабируемость, предполагающая расширение и усложнение модулей банковской системы по ходу развития бизнес-процессов;
- гибкость настройки функциональных модулей системы, их адаптация к условиям и потребностям конкретной кредитной организации;
- совершенствование и непрерывное развитие данной системы, исходя из реинжиниринга всех бизнес-процессов;
- моделирование кредитной организации и ее бизнес-процессов;
- многопользовательский доступ к информации в онлайн-режиме и осуществление функций в едином информационном пространстве[4].

В распространенной на сегодняшний день информационном пространстве мобильные технологии могут быть выделены в следующие основные направления развития: мобильный банкинг, использование рассылки сообщений в мессенджерах и путем СМС, создание мобильной версии сайта и приложений, размещение рекламы[5,6].

Таким образом, мобильные технологии способны внести существенный вклад в достижение в экономику страны на их основе новых высокотехноло-

гичных бизнесов, позитивному влиянию на эффективность и производительность рынка финансов, непосредственному влиянию на развитие цифровых платформ, а покупки через мобильные приложения сегодня являются одним из основных драйверов роста рынка электронной коммерции[7].

### **Список литературы:**

1. Бердышев А.В. Влияние современных финансовых технологий на институциональный состав российской банковской системы // «Экономика и бизнес».
2. Беришева Е.Д. влияние информационных технологий на будущее фондовых рынков //международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 12 (часть 3) – с. 381-384.
3. Мобильные финансовые технологии - взгляд в будущее [[https://arb.ru/b2b/trends/mobilnye\\_finansovye\\_tekhnologii\\_vzglyad\\_v\\_budushchee-4121562/](https://arb.ru/b2b/trends/mobilnye_finansovye_tekhnologii_vzglyad_v_budushchee-4121562/)].
4. [[https://studme.org/226051/informatika/mobilnye\\_tehnologii](https://studme.org/226051/informatika/mobilnye_tehnologii)].
5. Кузнецов Н.В. Внедрение цифровых технологий как тренд развития финансового рынка // фундаментальные исследования. –2020. –№ 9–с. 41-45
6. [<https://hightech.fm/2020/11/11/bank-finance>]
7. Андиева А.Р. Влияние мобильных технологий на информационную инфраструктуру финансовых организаций // Тенденции развития науки и образования с 23-26.

*СТАТЪЯ УДАЛЕНА ПО ЗАПРОСУ ПРАВООБЛАДАТЕЛЯ*

*СТАТЬЯ УДАЛЕНА ПО ЗАПРОСУ ПРАВООБЛАДАТЕЛЯ*

*СТАТЪЯ УДАЛЕНА ПО ЗАПРОСУ ПРАВООБЛАДАТЕЛЯ*

*СТАТЬЯ УДАЛЕНА ПО ЗАПРОСУ ПРАВООБЛАДАТЕЛЯ*

*СТАТЬЯ УДАЛЕНА ПО ЗАПРОСУ ПРАВООБЛАДАТЕЛЯ*



*СТАТЬЯ УДАЛЕНА ПО ЗАПРОСУ ПРАВООБЛАДАТЕЛЯ*

*СТАТЬЯ УДАЛЕНА ПО ЗАПРОСУ ПРАВООБЛАДАТЕЛЯ*

## СЕКЦИЯ 2.

### ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

#### ПОТЕРЯ НАПРЯЖЕНИЯ В ДВУХПРОВОДНОЙ МЕДНОЙ ЛИНИИ ПРОЛОЖЕННОЙ ОТКРЫТО

***Ермоленко Артур Валерьевич***

*студент,*

*Улан-Удэнский институт*

*железнодорожного Транспорта,*

*филиал Иркутского государственного университета*  
*путей сообщения,*

*РФ, г. Улан-Удэ*

***Луговской Кирилл Владимирович***

*студент,*

*Улан-Удэнский институт*

*железнодорожного транспорта,*

*филиал Иркутского государственного университета*  
*путей сообщения,*

*РФ, г. Улан-Удэ*

***Павлова Светлана Валерьевна***

*научный руководитель,*

*Улан-Удэнский институт*

*железнодорожного транспорта*

*филиал Иркутского государственного университета*  
*путей сообщения,*

*РФ, г. Улан-Удэ*

**Цель:** Исследовать расчет потери напряжения в двухпроводной медной линии проложенной открыто.

**Методы исследования:**

1. Теоретический;
2. Расчетный;
3. Аналитический.

**Аннотация.** В исследовательской работе произведен расчет потери напряжения в двухпроводной медной линии проложенной открыто.

**Ключевые слова:** Напряжение, потеря напряжения, падение напряжения, двухпроводная медная линия.

**Актуальность:** В настоящее время электробезопасность электрических цепей является актуальной, так как поражение электрическим током происходит довольно таки часто, для собственной безопасности требуется знать значение напряжения и его потери.

Напряжение - это разность электрических потенциалов между двумя точками.

Потерей напряжения называется разность модулей напряжений в начале и в конце элемента сети.

Падением напряжения называется разность комплексов напряжений в начале и в конце элемента сети (в данном случае линии).

Падение напряжения – величина векторная, а потеря напряжения – скалярная.

Двухпроводная линия представляет собой два проводника, разделенных воздушным промежутком или специальным диэлектриком. Проводники, образующие линию, имеют активные сопротивление и индуктивность. Их можно рассматривать как обкладки конденсатора, следовательно, линия обладает определенной емкостью. Кроме того, среда между проводниками обладает конечной проводимостью.

При заданном напряжении источника от потери напряжения зависит напряжение на зажимах потребителя, поэтому значение потери напряжения строго регламентируется. В линиях, по которым осуществляется питание силовой (электродвигатели, гальванические ванны и др.) нагрузки, допускается потеря напряжения, не превышающая 6% от номинального напряжения потребителя. В осветительных сетях допускается потеря напряжения не более 2,5%.

В зависимости от конкретных условий могут быть установлены и другие предельные значения потери напряжения.

Несоблюдение норм потери напряжения приводит:

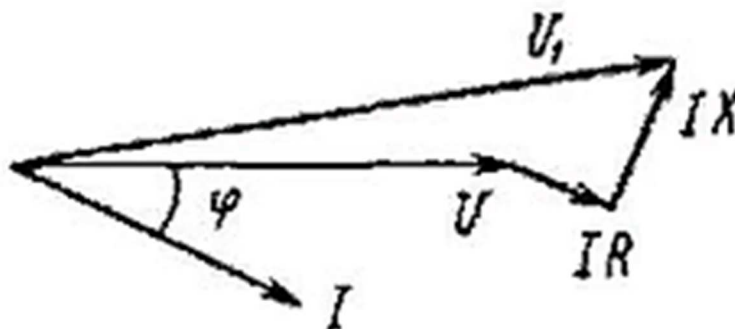
- к нарушению работы потребителей;
- уменьшению пусковых и вращающих моментов двигателей;
- изменению светового потока осветительных установок.

Например, при уменьшении напряжения на 10% световой поток ламп накаливания уменьшается на 1/3. Незначительное превышение напряжения относительно номинального приводит к резкому сокращению срока службы ламп накаливания.

Нетрудно видеть, что в цепях постоянного тока понятия падения и потери напряжения совпадают:  $U=IR_{\text{пр}}$ , где  $I$  – ток в линии;  $R_{\text{пр}}$  – сопротивление провода линии.

Несколько сложнее выглядят эти зависимости в цепях переменного тока.

Рассмотрим векторную диаграмму токов и напряжений, изображенную на рисунке 1.

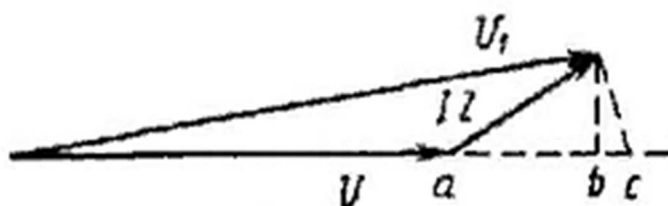


**Рисунок 1. Связь векторов напряжений на входе и выходе линии**

Проходящий по линии ток нагрузки  $I$  сдвинут по фазе относительно напряжения  $U$  на угол  $\phi$ , определяемый коэффициентом мощности нагрузки. Падение напряжения на активном сопротивлении линии  $IR$  совпадает по фазе с током  $I$ , а падение напряжения на реактивном сопротивлении линии  $IX$  опережает по фазе ток  $I$  на  $90^\circ$  (считаем, что емкостное сопротивление линии меньше ее индуктивного сопротивления). В этом случае падением напряжения считают векторную разность напряжений в начале и конце линии:  $U = U_1 - U = IZ$ , где  $Z$  – комплекс полного сопротивления линии.

Для потребителя важно значение напряжения, поэтому целесообразно ввести понятие потери напряжения  $U$  как разности действующих значений напряжений  $U_1$  и  $U$ .

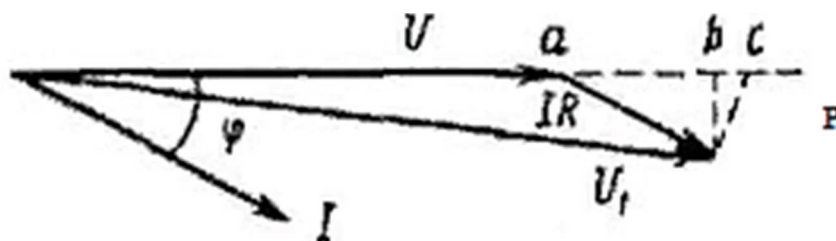
Потерю напряжения  $U$  можно выразить через модуль вектора  $U$ . В практических расчетах принимают потерю напряжения (отрезок  $ac$  на рисунке 2) равной проекции вектора падения напряжения  $U = IZ$  на вектор  $U$  (отрезок  $ab$ ).



**Рисунок 2. Приближенное выражение потери напряжения отрезком  $ab$**

При расчете сетей напряжением до 1000В считают, что реактивное сопротивление линии мало по сравнению с ее активным сопротивлением и им можно пренебречь. Векторная диаграмма токов и напряжений для этого случая представлена на рисунке 3.

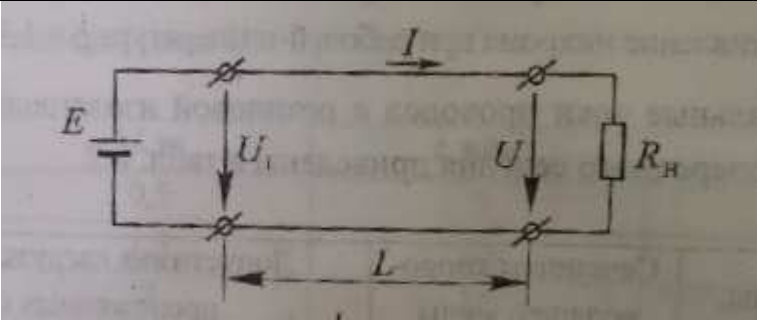
Полагая  $ab \approx ac$ , находим  $U \approx ab = IR \cos \phi$ , где  $U$  – потеря напряжения в линии;  $I$  – ток нагрузки, проходящий в проводах линии;  $R = R_{пр}$  – активное сопротивление проводов линии;  $\cos \phi$  – коэффициент мощности потребителя электроэнергии.



**Рисунок 3. Вид векторной диаграммы**

С практической точки зрения модуль напряжения более важен, чем его фаза. Поэтому в некоторых случаях поперечная составляющая падения напря-

жения может не учитываться, так как она изменяет главным образом только фазу. При таком допущении потеря и падение напряжения равны друг другу.

Дано	Решение
<p> <math>P = 2,6 \text{ кВт}</math>  <math>L = 700 \text{ м}</math>  <math>e = 2 \%</math>  <math>U = 220 \text{ В}</math>  <math>\rho = 0,0175 \text{ Ом*мм}^2/\text{м}</math> </p>	<div style="text-align: center;">  </div> <p> 1) <math>S = \frac{\rho * 200 * P * L}{e * U^2} = \frac{0,0175 * 200 * 2000 * 700}{2 * 220^2} = 65,8 \text{ мм}^2</math>  2) <math>I = \frac{P}{U} = \frac{2000}{220} = 11,8 \text{ А}</math>  3) <math>R_{л} = \frac{\rho * 2 * L}{S} = \frac{0,0175 * 2 * 700}{65,8} = 0,4 \text{ Ом}</math>  4) <math>\Delta U = R_{л} * I = 11,8 * 0,4 = 4,72 \text{ В}</math>  5) <math>e = \frac{\Delta U}{U} * 100\% = \frac{4,72}{220} * 100\% = 2,2\%</math>  <math>e = 2,2\% &lt; 2\%</math>  6) <math>\Delta P = I^2 * R_{л} = 11,8^2 * 0,4 = 55,7 \text{ Вт}</math>  7) <math>U_1 = U + \Delta U = 220 + 4,72 = 224,72 \text{ В}</math>  8) <math>P_{и} = I * U = 11,8 * 224,72 = 2651,7 \text{ Вт}</math> </p>
<p>Найти: <math>S, I, R_{л}, \Delta U, e, \Delta P, P_{и} = ?</math></p>	<p>Ответ: <math>S = 65,8 \text{ мм}^2; I = 11,8 \text{ А}; R_{л} = 0,4 \text{ Ом}; \Delta U = 4,72 \text{ В}, e = 2,2 \%, \Delta P = 55,7 \text{ Вт}; P_{и} = 2651,7 \text{ Вт}.</math></p>

**Закключение.** В данной статье были рассмотрены такие понятия как падения и потеря напряжения, и исследован расчет потери напряжения в двухпроводной медной линии проложенной открыто.

### Список литературы:

1. В.С. Попов, Н.Н. Мансуров, С.А. Николаев Электротехника, изд. 7-е, переработанное и дополненное. М. – Л., Издательство «Энергия», 1964, 560 с. с черт. Редактор Б.Я Жуховитский, Ларионов Г.Е.
2. Уитсон Дж. У39 500 практических схем на ИС: Пер.с англ. – М.: Мир, 1992, 376 с., ил. ISBN 5-03-002135-3.

## РАСЧЕТ МАГНИТОПРОВОДОВ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ РЕЛЕ

***Петров Максим Сергеевич***

*студент,*

*Улан-Удэнский колледж железнодорожного транспорта,*

*РФ, г. Улан-Удэ*

***Минисламов Иван Алексеевич***

*студент,*

*Улан-Удэнский колледж железнодорожного транспорта,*

*РФ, г. Улан-Удэ*

***Павлова Светлана Валерьевна***

*научный руководитель,*

*Улан-Удэнский колледж железнодорожного транспорта,*

*РФ, г. Улан-Удэ*

Задачи: ознакомиться с понятиями магнитопроводов и электромагнитных реле, рассчитать параметры обмотки реле.

Расчет магнитных цепей:

Магнитопровод (МТС) представляет собой устройство, состоящее из ферромагнитных сердечников с воздушными зазорами или без них, через которые замкнут магнитный поток. Использование ферромагнетиков направлено на получение наименьшего магнитного сопротивления, при котором требуется наименьшее магнитное сопротивление для получения желаемого

Простейшая магнитная цепь - это сердечник кольца воющей катушки. Используются неразветвленные и разветвленные магнитопроводы с отдельными секциями, изготовленными из одних и тех же или разных материалов.

Расчет магнитной цепи сводится к определению MDS для заданного магнитного потока, размера цепи и ее материалов.

Для расчета схема делится на сегменты 11, 12 и т.д. при едином поперечном сечении по всей длине участка, то есть при однородном поле, на каждом из них определяется магнитная индукция  $B=$ , и на кривых намагничивания находят соответствующие значения напряженности магнитного поля. Магнитопровод (ЯК) состоит из двух основных элементов: - источника магнитной энергии; - магнитопровода.



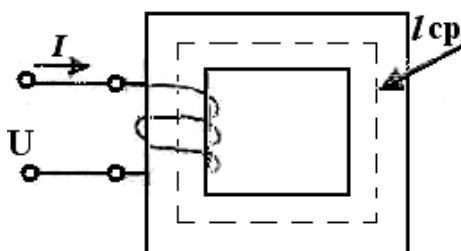
Источник магнитной энергии в реальном УАС бывает двух типов:

- Постоянный магнит; - электромагнит.

Электромагнит - это катушка индуктивности, расположенная на магнитном проводе и подключенная к источнику напряжения.

Магнитная цепь по своей конструкции может быть разветвленной и неразветвленной.

На рис.1. половина неразветвленной магнитной цепи с электромагнитом.



*Рисунок 1. Половина неразветвленной магнитной цепи с электромагнитом*

Законы Кирхгофа для магнитных цепей.

Расчет магнитных цепей основан на законах Кирхгофа для магнитных цепей. Есть два таких закона.

Первый закон Кирхгофа

Он наносится на магнитные узлы разветвленной магнитной цепи. Согласно этому закону, алгебраическая сумма токов равна нулю.

Для цепочки (см. рис. 26.2) мы имеем

Второй закон Кирхгофа

Он применяется к магнитным цепям. Согласно этому закону, алгебраическая сумма магнитных напряжений равна алгебраической сумме сил намагничивания в цепи.

Для контура AVSD (см. рис.26.1) мы получаем

$$I_1 w_1 = H_1 l_{DA} + H_1 l_{AB} + H_3 l_{BC} + H_B l_B + H_1 l_{CD}$$

$$I_1 w_1 = U_{mDA} + U_{mAB} + U_{mBC} + U_{mCD}$$

$U_{mDA}; U_{mAB}; U_{mBC}; U_{mCD}$  где: - магнитные напряжения на разных частях магнитной цепи

Единицей измерения магнитного напряжения является ампер (А)

Рисунок 2 ко второму закону кирхгофа

Часто при расчете магнитопроводов для сечения магнитопровода используется закон Ома. Аналогично магнитной цепи, сопротивление нити выражается соотношением

Магнитное сопротивление магнитопровода показано на рис.26.2. равно:

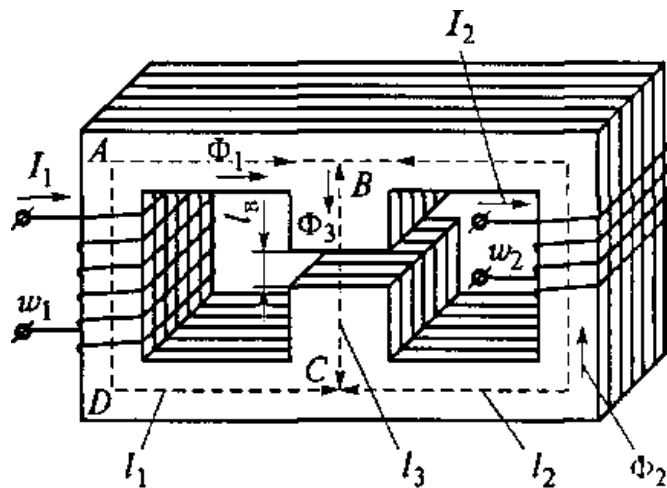


Рисунок 2. Для расчета магнитного сопротивления цепи

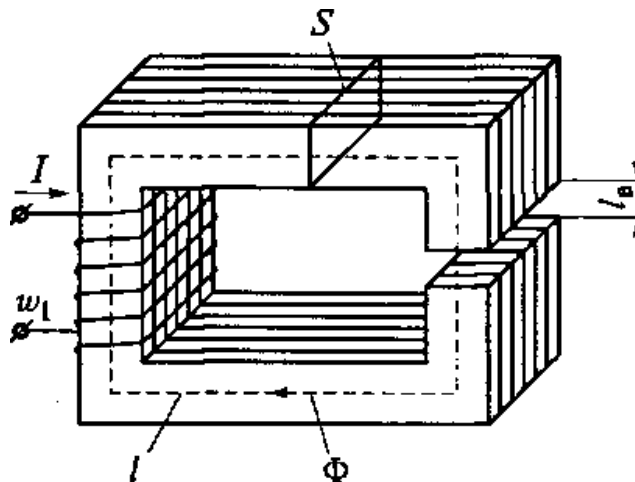


Рисунок 3. Для расчета магнитного сопротивления цепи

$$R_{m.m} = \frac{U_{m.m}}{\Phi} = \frac{Hl}{BS} = \frac{Hl}{\mu_r \mu_0 HS} = \frac{l}{\mu_r \mu_0 S}$$

$$R_{m.B} = \frac{U_{m.B}}{\Phi} = \frac{H_B l_B}{BS} = \frac{H_B l_B}{\mu_0 H_B S} = \frac{l_B}{\mu_0 S}$$

Сопротивление магнитному воздушному зазору  $R_{m.c.}$  та же схема одинакова.

Где:  $U$  - магнитные напряжения в магнитопроводе или воздушном зазоре соответственно;

$S$  - область магнитного серого цвета.

б) Примеры расчета магнитной цепи.

При расчете неразветвленной магнитной цепи различают две задачи: прямую и обратную.

В прямой задаче известны геометрические размеры, магнитные свойства магнитопровода и величина индукции магнитной нити или магнитного потока.

В обратной задаче магнитный поток или индукция определяются заданным значением обмотки расчета MDS магнитопровода. И задача решается путем последовательных приближений, когда значение желаемого магнитного потока задается произвольно, а прямая задача решается путем нахождения соответствующего MDS. Если он не соответствует указанному, измените значение потока и снова решите прямую проблему. Процесс повторяется до тех пор, пока вычисленный MDS не будет соответствовать указанному.

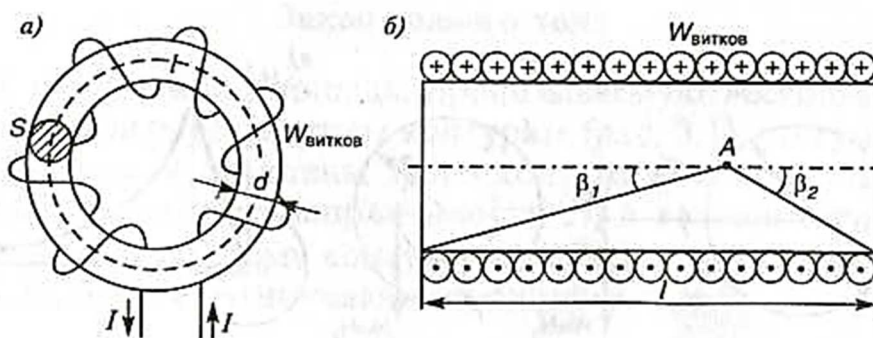


Рис. 3.3

$$H_0 = B_0 / \mu_0 \approx 0,8 \cdot 10^6 B_0, \quad (3-22)$$

$$H_1 l_1 + H_2 l_2 + H_0 l_0 + \dots = I \omega.$$

#### Рисунок 4. Схема

Расчет электромагнитной цепи:

Часть электрического устройства, отдельные секции корпуса выполнены из ферромагнитных материалов, через которые замкнут магнитный поток, называемый магнитопроводом. В простой магнитной цепи сердечник катушки может служить измерителем (см. рис. 3.3, а). Магнитопроводы трансформаторов, электрических машин и других приборов и приспособлений имеют более сложную форму.

Электромагнитная мишень - это устройство, состоящее из ферромагнитных сердечников, в которых магнитный поток замкнут. Использование ферромагнетиков направлено на получение наименьшего магнитного сопротивления, при котором для получения желаемого магнитного потока требуется наименьший МД.

Простейшая магнитная цепь - это сердечник кольцевой катушки. Используются неразветвленные и разветвленные магнитопроводы, отдельные секции которых изготовлены из одних и тех же или разных материалов.

Расчет магнитной цепи состоит из определения m.d.s. в соответствии с заданным магнитным потоком, размером цепи и ее материалами.

- Для расчета цепочка делится на участки 11, 12 и так далее. при однородном поле на каждом из них определяют магнитную индукцию  $B = F/S$ , а на кривых намагничивания находят соответствующие значения напряженности магнитного поля. Напряженность поля в воздушном зазоре или в неферромагнитном материале

где  $H$  выражается в амперах на метр, а  $B_0$  в теслах, или  $H_0 = 0,8 B_0$ , но при выражении в амперах на сантиметр, а  $B_0$  в Гауссах.

Согласно закону суммарного тока, сумма магнитных напряжений в отдельных секциях равна  $\sum H \cdot l$ , т.е.

пример:

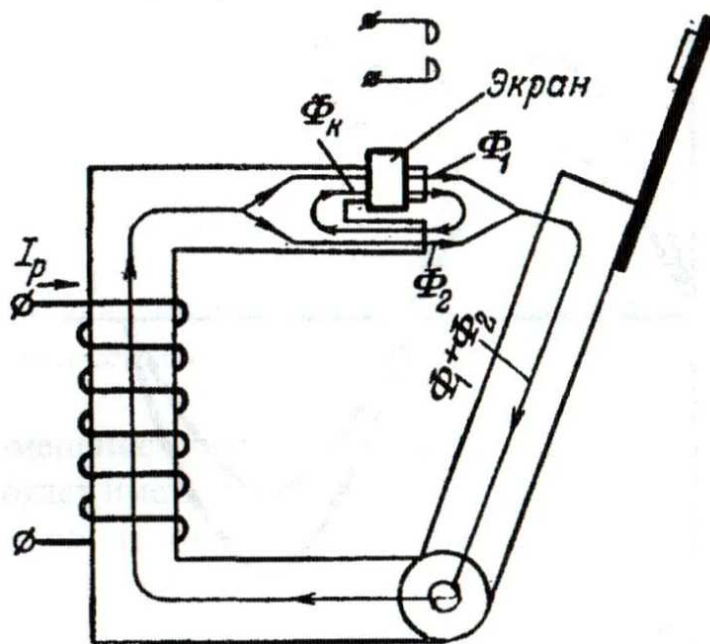


Рисунок 5. Схема

1. Определение магнитного потока в рабочем зазоре

Квадратный метр = (2,44) КВАДРАТНЫЙ метр =  $3,3,5 \cdot 10^{-6} = 16,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$

$S_c = b m^4$

2. Определение магнитного потока на конце полюса

$F'b = k \delta f b$

а) Проводимость  $G_3$  между плоскостями полюса и якоря

б)  $G_9$  - проводимость части полого цилиндра, образованной между торцевой поверхностью якоря и плоскостью полюсам = 0,9

с) Проводимость между концевым краем якоря и плоскостью полюса

$$G_6 = G'_6 = \mu_0 0,52 \ell = \mu_0 2,610^{-3} \text{ Вт/Д}$$

д) Проводимость 2 сферических квадрантов между концевыми секциями якоря и полюса и между концевыми секциями якоря и анкера

$$G_{10} = \mu_0 0,077 \delta = \mu_0 0,310^{-3} \text{ Вт/Д}$$

$$G'_{10} = \mu_0 0,077 \delta_1 = \mu_0 0,06210^{-3} \text{ Вт / Д}$$

д) Определите проводимость между краем якоря и боковой поверхностью столба и между краем столба и боковой поверхностью якоря

е) Проводимость между якорем, обращенным друг к другу, и полюсом

г) Проводимость между якорем, обращенным друг к другу, и полюсом

$$G_B = G_3 + G_9 + G'_9 + G'_6 + G_6 + 2(G_{16} + G_{15} + G_{12} + G_{10} + G'_{12} + G'_{10})$$

$$G_b = \mu_0 10^{-3} (83,22 + 6,5 + 0,66 + 2,6 + 2,6 + 2(3,2 + 0,13 + 0,25 + 0,225 + 0,062)) = \mu_0 \cdot 103,3 \cdot 10^{-3} \text{ Вт/Д}$$

$$F'_b = \mu_0 1,245,5910^{-3} = \mu_0 6,910^{-6} \text{ Вб}$$

3. Определение магнитного сопротивления двух воздушных зазоров и силы намагничивания, необходимой для прохождения через рабочий воздушный зазор.

A/Bб

Мы определяем силу намагничивания

4. Определяем магнитное сопротивление двух соединений и вычисляем силу намагничивания, необходимую для прохождения магнитного потока через стоки. Магнитный провод расположен между сердечниками и полюсами, так как сердечник плотно прилегает к концам полюсов по всей плоскости. Мы принимаем расстояние между сердечником и полюсом равным 0,005 мм.

Bб/A

A/Bб

A/Bб

$$(I_W)_{st} = F'_{VR2ST} = 12,7 \cdot 10^{-6} \text{ А}$$

## 5. Определите

$$(IW)_w = (IW)_i + (IW)'_{mo} + (IW)''_{mo} + (IW)_c$$

Как определить якорь

Тесла

Индукция полых наконечников

Тесла

$$S'_{mo} = S''_{mo} = 6,4, 0,8, 10^{-6} = 5,12, 10^{-6} \text{ м}^2$$

На диаграмме мы находим магнитную проницаемость  $\mu = f(B)$

$$\text{мкя} = 2000, \text{ мкмп} = 20000 \text{ Ом}$$

$$(CP)_я = F \text{ в ря} = \mu_0 6,910^{-6} 0,95 / \mu_0 = 6,5510^{-6} \text{ и}$$

$$(CP)_{MO} = \Phi' \text{ в ТФ} = \mu_0 6,910^{-6} 0,67 / \mu_0 = 4,610^{-6} \text{ а}$$

$$G_{21} = g\ell$$

Вб/А

Мир

Банк Тесла

Ом

$$\text{мкс} = 35$$

$$(IW)_c = F_s R_s = 14,310^{-6} 85,7 = 1,2210^{-3} \text{ А}$$

$$(IW)_w = (6,55 + 4,6 + 7,245 + 1220)10^{-6} = 1238,410^{-6} \text{ А}$$

ом

## 6. Определяем общую силу намагничивания

$$(IW)_0 = (IW)_b + (IW)_{st} + (IW)_z = (134 + 12,7 + 1238,4)10^{-6} = 1385,110^{-6} \text{ А}$$

$$7. (IW)_n = K_z (IW)_0$$

$$\text{Концентрационный лагерь} = 1,2 \cdot 4,0$$

$$\text{Мы принимаем } K_z = 1,75$$

$$(IW)_n = 1,75 \cdot 1385,10^{-6} = 2423,910^{-6} \text{ А}$$

## 8. Рассчитываем параметры обмотки реле

а) Конструктивные параметры

внутренний диаметр катушки

$$D_0 = D + 2\delta_1,$$

где  $D$  - диаметр сердечника для круглой катушки

$$D_0 = 13,8 \cdot 10^{-3} + 20,8 \cdot 10^{-3} = 34,6 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

наружный диаметр катушки

мм

радиальный размер катушки

$$h_k = D_h - D_0/2 = 14 \cdot 10^{-3} - 34,6 \cdot 10^{-3}/2 = 6,3 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

осевой размер катушки

$$l_k = L - 2\delta_2 = 3,9 - 2,1 = 1,9 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

б) Напряжение  $U = 48 \text{ В}$

в) Средняя длина катушки

$$l_c = 2(a + b) + \pi h_k = 2(15 + 5) + 3,14 \cdot 6,3 = 59,8 \text{ мм}$$

д) Напряжение срабатывания

$$U_{ab} = 0,5U = 24 \text{ В}$$

е) Диаметр намоточного провода,

мм

е) Табличные данные, основанные на  $d$

$$d_1 = 0,0375 \text{ мм}$$

$$\omega_0 = 561$$

$$C_0 = 82,75$$

$$f_0 = 0,314$$

ж) Количество витков катушки реле

$$W = W_0 \omega_0 K_N k_{106} = 561 \cdot 1,9 \cdot 10^{-3} \cdot 36,3 \cdot 10^{-3} \cdot 10^6 = 54,6 \cdot 10^3$$

з) Сопротивление обмотки

$$R = C_0 \omega_0 K_N k_{106} \left[ \frac{2(a + b)}{\pi} + h_k \right] \cdot 10^9 = 82,75 \cdot 561 \cdot 1,9 \cdot 10^{-3} \cdot 36,3 \cdot 10^{-3} \cdot \left[ \frac{2(15 + 5)}{3,14} + 6,3 \cdot 10^{-3} \right] \cdot 10^9 = 16,6$$

Заключение СОМ; изучив концепции магнитопроводов и электромагнитных реле, они рассчитывают параметры обмотки реле.

**Вывод:** изучили понятиями магнитных цепей и электромагнитных реле, Рассчитать обмоточные параметры реле.



### **Список литературы:**

1. <https://studfile.net/preview/5178286/page:12/>
2. [https://spravochnick.ru/elektronika\\_elektrotehnika\\_radiotekhnika/raschet\\_magnitnoy\\_cepi/](https://spravochnick.ru/elektronika_elektrotehnika_radiotekhnika/raschet_magnitnoy_cepi/)

## МАГНИТНАЯ ЛЕВИТАЦИЯ

**Назаров Никита Ильич**

*студент,*

*Улан-Удэнский колледж железнодорожного транспорта,  
филиал Иркутского государственного университета*

*путей сообщения,*

*РФ, г. Улан-Удэ*

**Семенов Кирилл Николаевич**

*студент,*

*Улан-Удэнский колледж железнодорожного транспорта,  
филиал Иркутского государственного университета*

*путей сообщения,*

*РФ, г. Улан-Удэ*

**Павлова Светлана Валерьевна**

*научный руководитель,*

*Улан-Удэнский колледж железнодорожного транспорта,  
филиал Иркутского государственного университета*

*путей сообщения,*

*РФ, г. Улан-Удэ*

**Аннотация:** Изучено явление, которое лежит в основе «парящей доски», где и как применяется магнитная левитация. Проведены опыты по изучению магнитной левитации.

**Ключевые слова:** парящая доска; магнитная левитация.

**Цель исследования:** Выяснить какое явление лежит в основе полета «парящей доски», изучить её и найти область его применения в реальной жизни.

**Задачи исследования:**

1. Изучить явление, которое лежит в основе «парящей доски».
2. Провести опыты по изучению магнитной левитации.
3. Выяснить где и как применяется магнитная левитация.
4. Проанализировать литературу по данной теме.

Несколько лет назад мы не задумывались о том, как некоторым объектам удастся летать, но в этом году, изучив тему физики гравитационных сил, мы

подумали: "Почему эти объекты не падают на Землю с гравитационным притяжением к Земле?". Так родилась идея изучить явление, заставляющее эти объекты плавать, и найти ответ на поставленный вопрос. Многие из вас видели фильм "Назад в будущее", в котором главный герой плавал на "плавучей доске". Основная задача физики - познать законы природы, свойства различных веществ и поставить их на службу человеку. Поэтому мы хотели бы выяснить, какое физическое явление лежит в основе полета на плавающем скейтборде и где это явление используется в реальной жизни. Физика изучает мир, в котором мы живем, явления, которые в нем происходят, раскрывает законы, которым подчиняются эти явления. В реальной жизни невозможно парить над Землей без специальных приспособлений, и во многих фильмах о будущем это явление встречается повсеместно. Почему "мечта" режиссеров - заставить людей летать - до сих пор не осуществилась даже в условиях современного технического оснащения.

Естественно, чтобы понять, какое явление лежит в основе полета "плавающей доски", мы сделали запрос в Яндексе о преодолении силы тяжести и получили в ответ знакомое слово "левитация".

Мы обнаружили следующее: "Левитация - это преодоление объектом силы тяжести, проще говоря, когда он парит и не касается земли, без смены часовых поясов". В целом, с точки зрения физики, левитация - это стабильное положение объекта в гравитационном поле, то есть когда гравитация обладает возвращающей силой, которая влияет на стабильность объекта в гравитационном поле. Объект гарантирован в пространстве. Среди таких людей, как мы, далеких от науки, можно встретить распространенное заблуждение, что магнитная левитация - это свободный направленный полет магнита. Если мы хорошенько подумаем, то поймем, что здесь имеется в виду левитация в магнитном поле, то есть преодоление гравитационных сил, направленных на материальный объект, путем воздействия на этот объект магнитного поля. В общем, на уроке физики мне объяснили, что такое магнитное поле, что магнитное поле - это особая форма материи, которая существует вокруг движущихся зарядов. Источником

магнитного поля являются движущиеся заряды, а также магнитные поля. Магнитное поле обладает таким свойством, как магнитное давление, которое можно использовать для нейтрализации силы тяжести. Проще говоря, когда сила притяжения "давит" на тело сверху вниз, магнитное давление может быть направлено так, чтобы "давить" на объект снизу вверх.

Прежде чем я понял, как выполнить практическую часть своего проекта, я столкнулся с трудностями, и трудность практической реализации техники магнитной левитации заключается в том, что статическое магнитное поле само по себе не может противостоять гравитационному притяжению.

Для этого магнитное давление слишком неустойчиво и непостоянно, его нельзя сфокусировать в одной точке пространства. Но, введя дополнительные элементы, я решил эту проблему, то есть стабилизировал магнитное поле и использовал его для фиксации объекта в гравитационном поле. Это означает, что можно использовать магнитное поле с динамической стабильностью, но фактически создавать диапазон микрогравитации. Динамическая стабильность магнитного поля достигается несколькими способами. Наиболее распространенным введением электрического тока в систему, использующую сверхпроводящие материалы, является использование сверхпроводящих материалов. Также используются электромагнитные установки, которые регулируются электронной системой стабилизации.

Итак, я полагаю, что "плавающая доска" - это не просто изобретение режиссеров, это практическое использование физического явления, называемого техникой магнитной левитации. Но что интересно, почему тогда мы не встречаем эти объекты в реальной жизни?

Но дело в том, что при охлаждении сверхпроводников до температур, близких к абсолютному нулю, они полностью теряют электрическое сопротивление. Это явление сверхпроводимости было открыто Хайке Камерлинг-Оннесом в 1911 году. Похоже, что некоторые вещества теряют всякое электрическое сопротивление при охлаждении до температуры ниже 20 Кельвинов. Я согласен с этим. Как правило, электрическое сопротивление постепенно уменьшается по

мере охлаждения металла. Дело в том, что направленному движению электронов в проводнике препятствуют случайные колебания атомов. В конечном итоге, когда температура падает, диапазон случайных колебаний уменьшается, и электричество испытывает меньшее сопротивление. Но Камерлинг-Оннес, к своему собственному изумлению, обнаружил, что сопротивление определенных материалов резко падает до нуля при определенной критической температуре.

При передаче на большие расстояния в линиях электропередач теряется значительное количество электроэнергии. Я считаю, что если бы сопротивление можно было устранить, электричество можно было бы передавать в любое место почти бесплатно. В общем, электрический ток, возбуждаемый в замкнутой цепи, мог циркулировать в течение миллионов лет без потери энергии. Более того, было бы нетрудно создать магниты невероятной мощности из этих необычных токов. Но с помощью таких магнитов можно было бы без особых усилий поднимать огромные грузы.

Но, несмотря на замечательные возможности сверхпроводников, применять их очень сложно. Хранить большие магниты в резервуарах с очень холодными жидкостями очень дорого. Чтобы жидкости оставались холодными, требуются огромные холодильные установки,

Я думаю, что однажды физики смогут создать что-то похожее на подвесную доску

### **Использование магнитной левитации при конструкции поездов.**

Насколько нам известно, в 1902 году идея композиции с линейным двигателем была впервые представлена (и даже запатентована) немецким инженером-изобретателем Альфредом Зейном. После этого разработка электромагнитной подвески и поезда, оснащенного ею, стала происходить с завидной регулярностью: в 1906 году Франклин Скотт Смит предложил еще один прототип, между 1937 и 1941 годами Герман Кемпер получил ряд патентов на ту же тему, а чуть позже британец Эрик Лайсвайт создал рабочий прототип двигателя в натуральную величину. В 60-х годах он также участвовал в разработке судна на воздушной подушке, которое должно было стать самым быстрым поездом, но так и не стало

им, поскольку проект был закрыт в 1973 году из-за недостаточного финансирования.

И, наконец, всего шесть лет спустя, и представьте, что в Германии снова был построен поезд с магнитной подвеской, он получил лицензию на пассажирские перевозки. Испытательный маршрут в Гамбурге, насколько нам известно, был длиной менее километра, но сама идея настолько вдохновила общество, что поезд продолжал работать даже после закрытия выставки и смог перевезти 50 000 человек за три месяца, не так ли, немного ?! Его скорость была не такой уж большой по современным меркам – всего 75 км/ч.

Не выставка, а коммерческий маглев (так называемый магнитный поезд), курсирующий между аэропортом Бирмингема и железнодорожным вокзалом с 1984 года и действующий уже 11 лет. Длина пути была еще меньше, всего 600 м, и поезд поднялся на 1,5 см над рельсами.

Конечно, шумиха вокруг тяг с магнитной подвеской в Европе в будущем утихнет. Но в конце 90-х годов ими очень активно заинтересовалась такая высокотехнологичная страна, как Япония. Ведь на его территории уже проложено несколько довольно протяженных маршрутов, по которым летают маглевы, используя такое явление, как магнитная левитация. Да, в одной и той же стране установлены рекорды скорости, установленные этими поездами. По моим данным, последний показывал ограничение скорости более 550 км / ч.



*Рисунок. Магнитный поезд*

## Использование магнитной левитации в энергетике

И вот мы подошли к последней главе! С нашей точки зрения, не менее интересным практическим направлением является рассмотрение вопроса о широком использовании магнитных подшипников в ключевых узлах механизмов. Мы считаем, что ваша установка решит серьезную проблему износа исходного материала.

Насколько нам известно, классические подшипники изнашиваются довольно быстро – они постоянно испытывают высокие механические нагрузки. В некоторых областях необходимость замены этих деталей означает не только дополнительные расходы, но и высокий риск для людей, работающих с механизмом. Так обстоит дело с магнитными подшипниками. Магнитные подшипники сохраняют работоспособность в несколько раз дольше, поэтому их использование очень подходит для любых экстремальных условий. Особенно в ядерной энергетике, ветроэнергетике или отраслях промышленности, которые сопровождаются экстремально низкими / высокими температурами



*Рисунок 2. Пример*

## Практическая часть

Мы провели три наблюдения с использованием техники магнитной левитации.

Первый и довольно простой - использовать подставку для отталкивания одного магнита от другого.

Он заключается в том, что я кладу один большой магнит на подставку, устанавливаю магнит меньшего диаметра на магнит большего диаметра и направляю их противоположными полюсами друг к другу.

Второй - направить небольшой магнит на магнит большего диаметра в горизонтальной плоскости.

Он заключается в том, что к опоре прикрепляется магнит большего диаметра, а на стержень надевается магнит меньшего диаметра, который направляет его на магнит большего размера с противоположными полюсами, и маленький магнит нависает над большим.

Ну и третье, на наш взгляд, самое сложное - это направить карандаш на магниты.

Для этого опыта нам потребовались два идентичных магнита для этого опыта, которые нужно было прикрепить к стене деревянного бруса, направив их друг к другу разными полюсами. На стержень ручки надевается небольшой магнит. Затем карандаш вводится в магнитное поле и добавляется опора для стержня. Карандаш висит в магнитном поле.



*Рисунок 3. Эксперимент*





*Рисунок 4. Эксперимент*



*Рисунок 5. Эксперимент*

**Расчёт:**

Масса  $m_1=m_2=26,5$ гр.  $m_3=9,2$ гр

Радиус:  $R_1=R_2=36$   $R_3=20$

1 действие

$F_{A12}=F_t=m_{12}g=26,5 * 9,8=259,7$

$F_3=m_3g=9,2*9,8=90,16$

2 действие  $I=1$

$$\vec{B}_1 = F_A/I \cdot l = 259,7/1 \cdot 226,08 = 1,15$$

$$l = 2\pi r = 2 \cdot 3,14 \cdot 36 = 226,08$$

$$\vec{B}_1 = \vec{B}_2 = 1,15$$

$$B_3 = F_A/I_3 \cdot l_3 = 90,16/125,6 = 0,72$$

$$L = 2 \cdot 3,14 \cdot 20 = 125,6$$

3 действие

$$S = \pi r^2/4 = 1017,36$$

$$\Phi_{12} = B_{12} \cdot S_{12} = 1,15 \cdot 1017,36 = 1169,96$$

$$S_3 = 314 \quad \Phi_3 = 0,72 \cdot 314 = 226,08$$

$$\mu = 2800 \quad \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$$

$$H_{12} = B/\mu \cdot \mu_0 = 1,15/2800 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} = 327$$

$$H_3 = B_3/\mu \cdot \mu_0 = 0,72/2800 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} = 204,73$$

### Заключение

Основываясь на результатах моих исследований, можно сделать вывод, что существует поезд на магнитной подвеске. И "плавающая доска" на самом деле не изобретение, а использование технологии магнитной левитации. Он используется в повседневной жизни: при строительстве поездов, в электротехнической промышленности. Но невозможно использовать магнитную левитацию, как показано в фильме "Назад в будущее", поскольку охлаждать сверхпроводники до температуры, близкой к нулю, невыгодно, это очень дорого. Но мечта режиссера сбывается, как только обнаруживается сверхпроводник с нулевым сопротивлением. Я надеюсь, что найду это время.

Таким образом, наша гипотеза подтвердилась

### Список литературы:

1. <http://allrefs.net/c24/3t5zh/p9/>
2. [http://referatwork.ru/category/tehnologii/view/495443\\_magnitnaya\\_levitaciya](http://referatwork.ru/category/tehnologii/view/495443_magnitnaya_levitaciya)
3. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Магнитная\\_левитация](https://ru.wikipedia.org/wiki/Магнитная_левитация)
4. <http://izobreteniya.net/magnitnaya-levitatsiya-na-postoyannyih-magnitah-idei-i-opuyityi/>

ТЕХНИЧЕСКИЕ  
И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ.  
СТУДЕНЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ

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

№ 11 (56)  
Декабрь 2022 г.

В авторской редакции

Издательство «МЦНО»  
123098, г. Москва, ул. Маршала Василевского, дом 5, корпус 1, к. 74  
E-mail: [mail@nauchforum.ru](mailto:mail@nauchforum.ru)

16+

