



МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВА-

НИЯ  
«ПРИВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ»

**НИЖЕГОРОДСКИЙ ИНСТИТУТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ**

Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Приволжский государственный университет путей сообщения»  
(НИПС - филиал ПривГУПС)



**IV Всероссийская студенческая  
научно-практическая конференция**

**«ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАДИОСВЯЗИ  
НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ»**

**16 мая 2025 года**

Нижний Новгород

**ББК 63.3**

**УДК 355(470).03**

Под редакцией

Н.В. Яшковой – к.э.н., доцент, зам. директора по научно-методической работе  
НИПС филиала ПривГУПС

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАДИОСВЯЗИ НА ЖЕЛ-  
ДЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ: Материалы IV Всероссийской студенче-  
ской научно-практической конференции под ред. Н.В. Яшковой – Н. Новгород, -  
2025 г. – стр. 167

Материалы печатаются в авторской редакции

© НИПС филиал ПривГУПС, 2025

# СОДЕРЖАНИЕ

## Секция 1. Радиотехника: теория и приложения

<b>Белова У.С., Углонова Д.С., Хусяинов Р.У.</b> Радиосвязь на железнодорожном транспорте: технологии, применение и будущее развития	5
<b>Нагель А.А., Сафронова О.В.</b> Основы теории радиотехники	11
<b>Лепявка А.А., Сафронова О.В.</b> Современная радиотехника	15

## Секция 2. Телекоммуникации на железнодорожном транспорте. Радиосвязь на железнодорожном транспорте

<b>Баннов А.А., Быстрова Т.И.</b> Современные телекоммуникации и радиосвязь - ключ к безопасности железнодорожного транспорта	20
<b>Болеев П.Б., Степанова С.Ф.</b> Радиосвязь на железных дорогах	26
<b>Быков А.А., Стоянова О.Ф.</b> Современные вызовы и решения для радиосвязи на железной дороге	34
<b>Желтов М.М., Стоянова О.Ф.</b> Современные цифровые сети ОАО РЖД и Водородная энергетика	42
<b>Зеликов Д.В., Сафронова О.В.</b> Типы радиосвязи на железнодорожном транспорте	47
<b>Зотов А.Р., Сафронова О.В.</b> Роль радиосвязи в развитии железнодорожного транспорта	52
<b>Кондакова А.Д., Денисова Д.А., Хорошайлова И.Г.</b> Современные технологии радиосвязи на железнодорожном транспорте: обзор технологий, используемых для обеспечения связи между путейцами и диспетчерами	57
<b>Кондакова А.Д., Денисова Д.А., Кущенко Л.С.</b> Системы связи для обеспечения безопасности на железной дороге: как радиосвязь помогает предотвратить аварии и улучшить безопасность на железнодорожных путях	64
<b>Кондакова А.Д., Денисова Д.А., Хусяинов Р.У.</b> Сравнение различных типов радиосистем для железнодорожного транспорта: Анализ преимуществ и недостатков аналоговых и цифровых систем радиосвязи	68
<b>Лобков К.Е., Быков М.С., Хорошайлова И.Г.</b> Радиосвязь на путевых машинах	73
<b>Спирин И.Г., Чистяков М.С., Степанова С.Ф.</b> Станционная радиосвязь в телекоммуникациях на железнодорожном транспорте	79
<b>Хакимов Р.Н., Степанова С.Ф.</b> Влияние радиосвязи на эффективность координации железнодорожного движения	89
<b>Хакимов Р.Н., Румянцев Н.М., Кущенко Л.С.</b> Применение искусственного интеллекта в телекоммуникациях	90

### **Секция 3. История развития радиотехники, электроники и связи**

<b>Баннов А.А., Степанова С.Ф.</b> Эволюция радиотехники, электроники и связи: Исторический обзор и перспективы	95
<b>Кортукова П.А., Ермошин В.С., Кущенко Л.С.</b> М.А. Бонч - Бруевич- организатор и руководитель Нижегородской радиолaborатории	100
<b>Кузнецов К.В., Кущенко Л.С.</b> Радио: от создания к современности	105
<b>Лопатин Д.В., Сысокин А.В., Степанова С.Ф.</b> Развитие беспроводной связи: от радиосигналов до 5G	109
<b>Матевосян Т.К., Аристов А.В., Акимова Г.Н.</b> Электронные лампы устарели?	115
<b>Метелкин Р.В., Семин А.И., Степанова С.Ф.</b> Развитие радиовещания в 1920-1930 годах	120
<b>Румянцев Д.С., Кашицин И.А., Завьялова С.В.</b> История создания радиоэлектронной аппаратуры и ее роль	124
<b>Тараканов Р.А., Кущенко Л.С.</b> Роль И. Г. Фреймана в развитии радиовещания	129
<b>Яхно А.Р., Сафронова О.В.</b> Интересные факты из истории развития радиотехники	133

### **Секция 4. Цифровая обработка сигналов. Системы передачи информации**

<b>Асрибабаян Э.Г., Сафронова О.В.</b> Современные способы цифровой обработки сигналов	138
<b>Болеев П.Б., Быстрова Т.И.</b> Цифровая обработка сигналов в системах передачи информации	142
<b>Дмитриева А.П., Дмитриева Т.Ф.</b> Организация первичной сети и высокоскоростной сети передачи данных на малоделятельном участке Кругобайкальской железной дороги	151
<b>Зотов А.Р., Чайкина Л.Н.</b> Роль цифровой обработки информации в современном мире	155

## **Секция 1. Радиотехника: теория и приложения**

### **Радиосвязь на железнодорожном транспорте: технологии, применение и будущее развития**

*Белова У. С., Угланова Д. С., студентки*

*НИПС-филиал ПривГУПС*

*г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

*Хусяинов Р. У., преподаватель*

*НИПС-филиал ПривГУПС*

*г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

***Аннотация:** В данной работе рассматривается актуальная тема радиосвязи на железнодорожном транспорте, охватывающая как существующие технологии, так и перспективы их развития. Радиосвязь является ключевым элементом обеспечения безопасности и эффективности перевозок, обеспечивая надежную коммуникацию между подвижным составом и диспетчерскими службами. В исследовании анализируются современные системы радиосвязи, такие как GSM-R и другие технологии связи, обеспечивающие передачу голосовой информации, данных и сигналов управления.*

***Ключевые слова:** железнодорожный транспорт, технологии, радиосвязь*

Цель: проанализировать современные технологии радиосвязи, их применение в железнодорожном транспорте и перспективы развития.

Введение: Радиосвязь играет ключевую роль в обеспечении безопасности и эффективности железнодорожного транспорта. Безопасное и надежное сообщение между поездами, диспетчерами и наземным персоналом является необходимым для управления движением, реагирования на чрезвычайные ситуации и обеспечения высокого уровня обслуживания пассажиров.

## 1. Типы радиосвязи:

### 1.1 Аналоговая радиосвязь.

Аналоговые системы связи использовались на железнодорожном транспорте на протяжении многих лет. Они обеспечивают базовые функции связи, такие как передача голосовых сообщений и обеспечение постоянного контакта между машинистами и диспетчерами, руководителями ремонтных работ и механиками. К аналоговой радиосвязи на железнодорожном транспорте относятся, например: Ремонтно-оперативная радиосвязь (РОРС). Она предназначена для рабочих, занимающихся плановым и аварийным ремонтом путей, обслуживанием линий связи и электросетей, для уборщиков снега. Однако такие системы имеют ограничения по качеству сигнала и функциональности, включая плохую помехозащищенность и ограниченные возможности передачи данных.

### 1.2 Цифровая радиосвязь.

Цифровая радиосвязь на железнодорожном транспорте обеспечивает подвижной состав и станционные сооружения надёжной помехозащищённой связью, которая одновременно поддерживает голосовые отправления и передачу разнообразной информации. Некоторые функции цифровой радиосвязи на железнодорожном транспорте: 1) индивидуальные и групповые вызовы; 2) передача текстовых сообщений; 3) запись переговоров.

Современные железнодорожные системы все чаще переходят на цифровую радиосвязь. В качестве базового стандарта цифровой радиосвязи для РЖД выбран стандарт DMR (Digital Mobile Radio, «Цифровая подвижная радиосвязь»). Так же есть новые стандарты, такие как: GSM-R (Global System for Mobile Communications – Railways, «Глобальная система мобильной связи на железных дорогах»), которые предлагают ряд преимуществ, включая: 1) Высокое качество звука; 2) Шифрование данных для повышения безопасности; 3) Поддержка передачи данных, что позволяет использовать системы для обмена информацией и ведения документации.

### 1.3 Специальные системы связи.

Специальные радиосистемы могут использоваться в удаленных или труднодоступных регионах. Спутниковая связь и радиосистемы с длинными волнами позволяют наладить связь в любых точках без дополнительных сооружений. Система может быть организована за пару часов и поддерживает массивные информационные потоки и обеспечивают связь в условиях, где традиционные системы неэффективны.

## 2. Технологические аспекты:

### 2.1 Оборудование.

Для радиосвязи на железных дорогах используется разнообразное оборудование, включая: 1) Радиостанции на локомотивах и вагонах; 2) Стационарные базовые станции для обеспечения связи на маршруте; 3) Антенны, которые обеспечивают минимизацию помех и максимизацию радиус действия. Использование современного оборудования радиосвязи на железнодорожном транспорте обеспечивает улучшение безопасности движения поездов, повышение эффективности управления движением, снижение времени реакции на экстренные ситуации и улучшение качества обслуживания пассажиров за счет более оперативной информации о движении поездов. Таким образом, оборудование радиосвязи является важным элементом системы управления движением, обеспечивая безопасность, эффективность и надежность перевозок.

### 2.2 Препятствия.

При реализации радиосистем могут возникнуть несколько препятствий, связанных как с техническими, так и с организационными, правовыми и экономическими аспектами. Вот некоторые из них: 1) Технические помехи: На железнодорожных линиях могут существовать радиочастотные помехи от других источников, таких как высоковольтные линии и системы связи других операторов; 2) Географические особенности местности, (горы, овраги и плотные застройки) которые могут затруднять распространение радиоволн; 3) Масштабируемость: Разработка системы, которая могла бы эффективно масштабироваться для покрытия широких пространств, требует серьезных инженерных решений; 4) Климатические условия, влияющие на стабильность связи; 5) Технические ограничения,

касающиеся радиочастот.

### 2.3 Сетевые архитектуры.

Сетевые архитектуры на железнодорожном транспорте охватывают разнообразные технологии и системы, которые обеспечивают управление движением поездов, мониторинг состояния инфраструктуры, а также безопасность и связь. Инфраструктурные сети (транспортные сети), системы связи, информационные технологии, автоматизация и управление в совокупности образуют сложные сетевые архитектуры, которые способствуют повышению эффективности, безопасности и удобства железнодорожного транспорта.

### 3. Применение радиосвязи:

#### 3.1 Обеспечение безопасности.

В случае экстренных ситуаций радиосвязь обеспечивает быструю координацию действий различных служб (пожарной, медицинской, охраны и т. д.), что позволяет быстро реагировать на происшествия и минимизировать последствия. Так же, она позволяет диспетчерам мгновенно передавать информацию о изменениях в расписании, путях следования, состоянии путей и других важных параметрах, что помогает избежать аварий и столкновений. Радиосвязь необходима для контроля за движением поездов и оперативного информирования о любых несоответствиях и аварийных ситуациях. Системы могут передавать аварийные сообщения и данные о состоянии поездов в реальном времени.

#### 3.2 Операционная эффективность.

Операционная эффективность радиосвязи на железнодорожном транспорте является важным аспектом, который влияет на безопасность и производительность системы. Современные технологии, такие как LTE-R и GSM-R, значительно улучшили качество связи, обеспечивая высокоскоростную передачу данных. Это позволяет передавать большие объемы информации, включая данные о состоянии поездов в реальном времени, что особенно актуально для высокоскоростных маршрутов. Интеграция радиосвязи с другими системами управления движением, такими как автоматическое управление поездами и системы управления движением, создает единую платформу для мониторинга и управления.

Это повышает оперативность принятия решений и снижает вероятность ошибок. Эффективная радиосвязь также способствует повышению уровня безопасности на железнодорожном транспорте. Возможность мгновенной передачи информации о нештатных ситуациях позволяет быстро реагировать на потенциальные угрозы, что критически важно для предотвращения аварий.

### 3.3 Обслуживание клиентов.

Современные системы связи позволяют предоставить пассажирам актуальную информацию о движении поездов, задержках и других важных новостях. Это помогает пассажирам планировать своё время и минимизировать неудобства и обеспечивает быструю и эффективную коммуникацию между персоналом, что помогает быстро среагировать на изменения в расписании или другие экстренные ситуации.

## 4. Будущее радиосвязи на железнодорожном транспорте:

### 4.1 Интеграция с другими технологиями.

Интеграция радиосвязи с другими технологиями значительно улучшает работу железнодорожного транспорта, повышает безопасность и комфорт для пассажиров, а также способствует оптимизации процессов управления и обслуживания. Будущее радиосвязи связано с интеграцией современных технологий, таких как LTE и 5G, что позволит значительно увеличить пропускную способность радиосетей.

### 4.2 Разработка интеллектуальных транспортных систем.

Интеллектуальные транспортные системы (ITS) предполагают использование радиосвязи для автоматизации процессов управления движением, обеспечения безопасности и повышения уровня обслуживания пассажиров. Эти системы могут анализировать данные в реальном времени, предсказывать потенциальные проблемы и автоматически принимать решения для оптимизации маршрутов и расписаний. Например, если система обнаруживает задержку поезда, она может автоматически перенаправить другие составы или изменить расписание на станциях для минимизации влияния на пассажиров.

Кроме того, ИТС могут использовать технологии больших данных и машинного обучения для анализа исторических данных о движении поездов. Это позволяет выявлять закономерности и оптимизировать процессы управления движением.

Например, анализируя данные о частоте задержек в определенных участках пути, система может предложить изменения в инфраструктуре или расписании для повышения общей эффективности.

**Заключение:** Радиосвязь на железнодорожном транспорте является важным компонентом, обеспечивающим безопасность и эффективность. Переход к цифровым технологиям и их интеграция с другими инновациями создают многообещающие перспективы для дальнейшего развития этого сектора.

### **Список литературы**

1. Плеханов П.А. <https://cyberleninka.ru/article/n/sistemy-radiosvyazi-vysokoskorostnogo-zheleznodorozhnogo-transporta>
2. Халиков А.А. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36623169>
3. <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/467/4293749532.pdf>
4. Нурумова К.К. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30037405>
5. [https://www.rgups.ru/site/assets/files/101135/meliushchenko\\_n.a.\\_primeneniye\\_ustroystv\\_radiosvyazi\\_na\\_zh.d.\\_tr.\\_k\\_lab.\\_rab.\\_.pdf](https://www.rgups.ru/site/assets/files/101135/meliushchenko_n.a._primeneniye_ustroystv_radiosvyazi_na_zh.d._tr._k_lab._rab._.pdf)

## **Основы теории радиотехники**

*Нагель А. А., студент*

*Тихорецкий техникум*

*железнодорожного транспорта – филиала РГУПС,*

*г. Тихорецк, Российская Федерация*

*Сафронова О. В., преподаватель*

*Тихорецкий техникум*

*железнодорожного транспорта – филиала РГУПС железнодорожного*

*транспорта – филиала РГУПС*

***Аннотация:** В данной работе рассматривается теория радиотехники, которая является важной областью науки и техники, изучающей принципы передачи, обработки и приёма радиоволн. Она охватывает широкий спектр вопросов, включая электрические цепи, антенны, модуляцию сигналов, радиочастотные технологии и системы связи.*

***Ключевые слова:** радиотехника, наука, техника, сигналы, технологии, системы связи, радиоволны, информация.*

Радиотехника — это область науки и техники, непосредственно связанная с использованием радиоволн для передачи информации. Она охватывает широкий спектр тем, от теории элементарных радиосистем до современных технологий связи и радиолокации. С учётом стремительного развития технологий, важно понимать основы теории радиотехники.

История радиотехники начинается с открытия электромагнитных волн Генрихом Герцем в конце XIX века. Эксперименты Герца привели к разработке первых радиопередатчиков и приемников, сделав возможным использование радиоволн для связи на большие расстояния.

С момента первых экспериментов радиосвязь прошла долгий путь,

начиная с простых радиопередатчиков и заканчивая сложными системами, использующими спутниковые технологии и цифровую обработку сигналов. Многие ученые, такие как Никола Тесла, Guglielmo Marconi и Альберт Эйнштейн, внесли свой вклад в развитие радиотехники, создавая теории и технологии, которые до сих пор используются.

Электромагнитные волны являются основой радиосвязи. Они могут иметь различную частоту и длину волны, что определяет их применение. Характеристиками волн являются длина волны, частота, амплитуда, скорость. Виды электромагнитных волн: радиоволны, микро- и инфракрасные волны, видимый свет и т.д.

Радиопередача основывается на модуляции – процессе изменения характеристик несущей волны в соответствии с передаваемой информацией. Амплитудная модуляция (АМ) - изменение амплитуды несущей волны. Частотная модуляция (ЧМ) - изменение частоты несущей волны. Принцип радиоприема основан на преобразовании радиосигналов обратно в информацию. Индикация и декодирование - преобразование радиосигнала в аналог и цифровые формы. Фильтрация и усиление - основные методы обработки сигнала для улучшения качества.

Радиосистемы состоят из различных компонентов, каждый из которых играет свою важную роль: передатчики - устройства, которые генерируют радиосигналы; приёмники - устройства, принимающие радиосигналы и декодирующие их.

Существует множество типов радиосистем, каждая из которых имеет свои особенности и области применения: аналоговые системы - использующие амплитудную и частотную модуляцию; цифровые системы - основанные на цифровой передаче данных; спутниковые системы - системы, использующие спутники для передачи и приема сигналов на большие расстояния.

Современные технологии, такие как LTE, 5G и Wi-Fi, значительно улучшили качество связи и возможности передачи данных. Антенны играют ключевую роль в радиосистемах, обеспечивая передачу и приём радиоволн. Типы ан-

тенн: дипольные, параболические, панельные и другие. Характеристиками антенн являются коэффициент направленности, сопротивление, контурная характеристика. Современные компьютерные программы позволяют моделировать антенны для оценки их характеристик: электромагнитное моделирование - использование методов численного анализа для исследования антенн; программное обеспечение - популярные инструменты для проектирования антенн, такие как CST Microwave Studio и HFSS.

Радиочастотный спектр разделен на различные диапазоны, каждый из которых имеет свои характеристики и применение: низкочастотный диапазон (LF): 30-300 кГц, среднечастотный диапазон (MF): 300-3000 кГц, высокочастотный диапазон (HF): 3-30 МГц и т.д.

Можно выделить несколько ключевых устройств, используемых в радиочастотной технике: смесители - устройства для преобразования частоты; усилители - устройства, обеспечивающие увеличение мощности или амплитуды сигнала; фильтры - устройства, позволяющие выделять или подавлять определенные частоты. Одним из важнейших аспектов радиотехники является использование модуляции для передачи информации. Методы модуляции: амплитудная, частотная и фазовая модуляция. Методы демодуляции: способы восстановления информации из радиосигнала.

Современные радиосистемы требуют эффективных методов обработки сигналов для повышения качества передачи. Цифровая обработка сигналов (ЦОС) - применение цифровых технологий для улучшения качества приёма и передачи. Фильтрация и компенсация - методы, используемые для улучшения сигнала. Радиосистемы могут быть разных типов, включая радиотелефоны, радиостанции и системы радиосвязи. Для оценки производительности радиосистем требуется учитывать различные параметры: качество сигнала - измерение уровня и стабильности сигнала; шум и интерференция - оценка влияния шумов и помех на качество связи.

В последние годы наблюдается развитие новых технологий, таких как 5G и IoT, которые требуют новых подходов к радиосистемам. С каждым годом в

области радиотехники появляются новые инновации, которые меняют подход к обеспечению связи: спутниковые технологии: использование спутников для глобальной связи; технологии беспроводной связи: развитие LTE, 5G и Wi-Fi. Перспективы развития радиотехники связаны с внедрением новых технологий, которые обеспечат более быструю и надежную связь.

Радиотехника — это быстро развивающаяся область, играющая важную роль в современном мире. Знания основ теории радиотехники необходимы для понимания современных технологий и их применения. С учётом прогресса в области связи и новых технологий, радиотехника является ключевым направлением для исследования и развития. С каждым годом радиотехника становится всё более сложной и универсальной. Ожидается, что в ближайшие годы мы увидим множество инновационных технологий, которые существенно изменят подход к связи и радиосистемам. Вот несколько ключевых направлений.

С ростом радиосистем и увеличением радиочастотной активности возникает необходимость в устойчивом подходе к технологии: энергоэффективные решения - разработка радиосистем, которые потребляют меньше энергии, будет критически важна для снижения воздействия на окружающую среду; уменьшение радиоэлектронного загрязнения - применение новых методов управления спектром поможет уменьшить уровень интерференции и шумов, что сделает радиосистемы более устойчивыми к внешним помехам.

Радиотехника продолжает развиваться и адаптироваться к новым технологическим вызовам. Будущее этой области обещает множество увлекательных возможностей, которые изменят подход к связи и взаимодействию людей и устройств. Процесс обучения и инновационные разработки играют ключевую роль в воплощении этих идей в жизнь, что делает радиотехнику важной и захватывающей областью для последующих поколений инженеров и исследователей.

### **Список литературы**

1. Гусев, А. В. "Основы радиотехники: Учебное пособие" - М.: Издательство МГТУ, 2017.

2. Васильев, А. И. "Электронные устройства и радиосистемы" - М.: Издательство Высшая школа, 2020.

3. Кузьмин, С. А. "Радиотехника. Учебное пособие" - СПб.: Издательство Питер, 2017.

4. Морозов, И. Е. "Основы теории радиосистем" - М.: Издательство БХВ-Петербург, 2019.

5. Петров, В. К. "Основы радиотехники и радиосвязи" – М.: Издательство Казанский университет, 2022.

### **Современная радиотехника**

*Лепявка А. А., студент*

*Тихорецкий техникум*

*железнодорожного транспорта – филиала РГУПС,*

*г. Тихорецк, Российская Федерация*

*Сафронова О. В., преподаватель*

*Тихорецкого техникума*

*железнодорожного транспорта – филиала РГУПС*

*Аннотация: Современная радиотехника представляет собой один из ключевых аспектов телекоммуникационных технологий, играющий важную роль в передаче и обработке информации. В последние десятилетия радиотехника претерпела значительные изменения, связанные с развитием цифровых технологий, увеличением пропускной способности и улучшением качества связи.*

*Ключевые слова: радиотехника, волны, частота, скорость, технологии, сеть, радиосигналы, радиосвязь.*

Современная радиотехника — это быстро развивающаяся сфера, которая

охватывает использование радиоволн и электромагнитных технологий для передачи информации. От систем связи до радиолокации и беспроводных технологий - радиотехника играет ключевую роль в жизни современного общества. Она решает задачи, связанные с коммуникацией, навигацией, безопасностью и многими другими аспектами.

Радиотехника начала развиваться в конце XIX века с открытия электромагнитных волн Генрихом Герцем. В те времена ученые исследовали возможность передачи сообщений по воздуху с использованием радиоволн. Густаво Маркони считается одним из первых разработчиков радиосистем. В начале XX века он успешно организовал трансляцию радиосигналов, что стало основой для радиосвязи, которая активно развивалась в течение всего XX века с внедрением радиопередатчиков, радиоприемников и антенн.

В период Второй мировой войны радиосвязь приобрела новое значение. Военные технологии, такие как загоризонтные радары и система связи, стали основными средствами координации действий. В послевоенный период радиотехника продолжила развиваться, открывая новые горизонты.

Современная радиотехника является необходимым элементом в жизни каждого человека. Она охватывает широкий спектр технологий и приложений, от системы связи до радиолокации и Интернета вещей. Будущее радиотехники обещает быть захватывающим, и дальнейшее развитие технологий, включая искусственный интеллект и квантовую связь, откроет новые горизонты. Понимание основ радиотехники важно для всех, кто хочет создавать, планировать и использовать радиосистемы в современном мире.

В последние годы радиотехника претерпела значительные изменения благодаря стремительному развитию цифровых технологий и необходимости адаптации к новым требованиям современных коммуникационных систем. К примеру, с появлением 5G технологий стало возможным увеличить скорости передачи данных на мобильных устройствах, снизить задержки и расширить диапазон подключаемых к сети устройств.

Одним из значимых аспектов современной радиотехники является распространение беспроводных технологий. Wi-Fi, Bluetooth и другие протоколы стали обычными спутниками нашей повседневной жизни. С их помощью осуществляется обмен данными между устройствами, выполняются функции "умного дома", а также организуются системы мониторинга и управления.

Радиолокация, основанная на использовании радиоволн для определения положения объектов, постоянно совершенствуется. Она находит применение в авиации, мореплавании, в системах безопасности и даже в автомобилях, предоставляя такие функции, как автоматическое торможение и системы помощи водителю.

Развитие спутниковых технологий открыло новые горизонты для глобальной навигации и связи. Спутники, расположенные на орбите, обеспечивают пользователей доступом к информации о местоположении практически в любом уголке земного шара.

Изучение радиотехники требует глубокого понимания как физических процессов, так и применения математических моделей. Например, принцип работы антенн, которые излучают и принимают радиоволны, требует знания о взаимосвязи между длиной волны и частотой, а также о формах антенн и их направленности.

Радиотехника не только отвечает за техническое обеспечение современного общества, но и является важной частью стратегии достижения устойчивого развития, безопасности и качественного улучшения жизни людей. Все это подчеркивает важность интереса к данной области и готовности к ее активному развитию в будущем.

Внедрение искусственного интеллекта в радиотехнику открывает новые возможности для обработки сигналов и адаптации систем к изменяющимся условиям. Машинное обучение может использоваться для создания интеллектуальных решений, позволяющих оптимизировать связь и снизить помехи. Квантовая связь, в свою очередь, обещает революцию в безопасности передачи данных. Ис-

пользование принципов квантовой механики может гарантировать защиту информации, которую невозможно перехватить без ее искажения.

Развитие радиотехники, особенно в контексте растущих потребностей общества, также несет в себе ряд социальных и этических вызовов. Одним из таких вызовов является обеспечение безопасности и конфиденциальности данных. С ростом объемов передаваемой информации и увеличением числа подключенных устройств возникла необходимость в надежной защите коммуникационных систем от кибератак и утечек информации. Поэтому разработка новых протоколов безопасности и алгоритмов шифрования становится критически важной задачей для инженеров и исследователей в области радиотехники.

С увеличением количества устройств и сервисов, использующих радиотехнологии, актуальной остается проблема взаимодействия между различными стандартами и протоколами. Чтобы обеспечить совместимость и оптимальное использование ресурсов, необходимо развивать унифицированные подходы и интероперабельные решения, что, в свою очередь, требует активного сотрудничества научных организаций, промышленных компаний и государственных структур.

Интересным направлением является и использование радиотехнических решений для поддержки экологически чистых технологий и устойчивого развития. Например, с помощью беспроводных сенсоров можно отслеживать состояние окружающей среды, управлять ресурсами и оптимизировать энергетические системы. Это может значительно сократить потребление энергии и минимизировать экологический след технологий.

Не менее важным аспектом является и подготовка специалистов в области радиотехники. Современные образовательные программы должны учитывать стремительное развитие технологий, внедрять актуальные знания и навыки, включая программирование, анализ данных и машинное обучение. Кроме того, интеграция практического опыта — таких как стажировки и научные исследования — может способствовать развитию критического мышления и креативности у будущих инженеров и ученых.

Важно не забывать о роли радиотехники в глобальном контексте. Современные вызовы, такие как изменение климата, пандемии и глобальные кризисы, требуют эффективных решений, которые могут быть обеспечены с помощью радиотехнологий. Это подчеркивает необходимость междисциплинарного подхода к научным исследованиям и инновациям, где радиотехника будет играть интегрирующую роль в решении сложных задач, стоящих перед человечеством.

Радиотехника — это динамичная и многогранная область, которая имеет огромное значение в современном обществе. Её будущее держит в себе множество возможностей и вызовов, и важно, чтобы новое поколение инженеров, ученых и исследователей продолжало развивать и внедрять инновации, делая информационные технологии еще более доступными и эффективными. Понимание основ радиотехники и ее применения будет иметь неоценимое значение в технологически продвинутом мире, где коммуникация и обмен данными имеют ключевую роль в нашем повседневном существовании.

### **Список литературы**

1. Грисенко В. Н. "Современные радиосистемы передачи данных", 2020.
2. Ковалёв А. Н. "Основы радиотехники", 2017.
3. Лисицын Н. Н. "Элементы радиотехники и системы связи", 2018.
4. Мельников Ю. А. "Радиотехнические системы и технологии", 2016.
5. Попов А. С. "Современные методы радиосвязи", 2019.

## **Секция 2. Телекоммуникации на железнодорожном транспорте. Радиосвязь на железнодорожном транспорте**

### **Современные телекоммуникации и радиосвязь - ключ к безопасности железнодорожного транспорта**

*Баннов А. А., студент*

*НИПС-филиал ПривГУПС*

*г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

*Быстрова Т. И., преподаватель*

*НИПС-филиал ПривГУПС*

*г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

***Аннотация:** Данная статья анализирует важность телекоммуникаций и радиосвязи для безопасности и эффективности управления движением поездов в железнодорожном транспорте. Обсуждаются современные технологии, такие как EIRENE, GSM-R, DMR и LTE (LTE-R), которые служат основой для создания надежных систем связи.*

***Ключевые слова:** телекоммуникации, радиосвязь, безопасность, железнодорожный транспорт, системы связи, GSM-R, интеграция.*

Телекоммуникации и радиосвязь критически важны для безопасности и эффективности железнодорожного транспорта. Работа посвящена анализу существующих систем связи и их влиянию на управление движением поездов. Рассматриваются технологии EIRENE, GSM-R, DMR и LTE (LTE-R) как основа надежной системы связи [1].

Ключевые аспекты включают влияние телекоммуникаций на безопасность, технологические основы систем радиосвязи, сравнительный анализ

EIRENE и GSM-R, влияние цифровизации на управление движением, интеграцию современных решений и роль стандартизации.

Современные телекоммуникации критически важны для безопасности железнодорожного транспорта, обеспечивая контроль движения поездов и взаимодействие систем. Автоматизированные системы, такие как ETCS, повышают безопасность и совместимость на международных маршрутах. Цифровые технологии улучшают качество обслуживания, повышают ответственность и обеспечивают быстрое реагирование на нештатные ситуации [2].

Оптимизация инфраструктуры и применение беспроводных технологий повышают гибкость и мобильность, создавая единую платформу для обмена информацией. Стандартизация и совместимость систем, а также соблюдение местных и международных норм, являются ключевыми аспектами телекоммуникационной безопасности.

С автоматизацией возрастают риски, требующие особого внимания к тестированию и цифровой безопасности. Инвестиции в телекоммуникации – это необходимый шаг для создания безопасной и надежной транспортной инфраструктуры, требующий комплексного подхода и постоянной модернизации. Развитие и интеграция современных технических решений значительно повышают надежность и оперативность управления движением поездов, что отражается на безопасности перевозок.

Системы радиосвязи на железнодорожном транспорте эволюционировали от гектометрового диапазона к современным технологиям, таким как GSM-R и EIRENE, обеспечивая надежную связь и передачу данных [3]. Они включают станционную и двустороннюю парковую связь, позволяя локомотивам взаимодействовать с диспетчерами и автоматизировать процессы.

УКВ-радиомодемы оптимизируют передачу данных в реальном времени, повышая безопасность и эффективность, особенно в условиях высокоскоростных перевозок. Внедряются технологии DMR и LTE (LTE-R) для увеличения скорости и качества связи.

Специализированные сети маневровой радиосвязи координируют действия локомотивных бригад и диспетчеров, сокращая время реакции на изменения. Стандарты, такие как EIRENE и GSM-R, обеспечивают совместимость и интеграцию новых решений.

Радиосвязь играет ключевую роль в оперативном контроле и анализе ситуации на дороге, обеспечивая безопасную и надежную транспортировку пассажиров и грузов.

GSM-R – специализированный стандарт радиосвязи для железных дорог, обеспечивающий защищенную связь и передачу данных [4]. В отличие от него, EIRENE – это проект, фокусирующийся на интеграции и стандартизации различных радиосистем. GSM-R использует частотные диапазоны 876-880 МГц и 921-925 МГц. Функциональность GSM-R поддерживает безопасность операций, управление движением и высокоскоростные поездки. Переход к LTE-R является логическим продолжением GSM-R, EIRENE способствует модернизации сетевой инфраструктуры. LTE-R расширяет возможности интеграции новых решений и улучшает работу служебных и коммерческих групп. GSM-R отличается удобством использования и многофункциональностью, а также упрощает переход к современным технологиям. EIRENE предлагает более широкую рамку для взаимодействия радиосистем. Учет характеристик GSM-R и EIRENE повысит уровень безопасности и эффективность работы железнодорожной отрасли.

Цифровизация в управлении движением поездов повышает эффективность планирования и безопасность железнодорожных перевозок благодаря мониторингу в реальном времени и автоматизированным диспетчерским системам на основе ИИ. Внедрение IoT позволяет создавать цифровые двойники инфраструктуры, оптимизировать ресурсы и снижать затраты. Системы ETCS и CTCS доказали свою эффективность в увеличении пропускной способности и снижении аварийности.

В России переход на новые технологии осложняется состоянием инфраструктуры и требует значительных инвестиций. Информационные технологии

автоматизируют логистические цепи, сокращают время ожидания и увеличивают скорость доставки.

Перспективы развития связаны с глобальными трендами и возможностью участия частных инвесторов. Адаптация международного опыта и инвестиции в новые системы важны для повышения конкурентоспособности железнодорожного транспорта в России.

Внедрение современных технологий в железнодорожную инфраструктуру повышает эффективность и безопасность перевозок. LTE и 5G автоматизируют управление движением поездов, обеспечивая надежную связь. Стандартизация важна для совместимости оборудования. Цифровизация оперативно-технической связи требует кибербезопасности и перехода на отечественное ПО. IoT применяется для мониторинга и анализа данных, оптимизации логистики. Оптоволоконные линии и спутниковые подсистемы обеспечивают стабильную связь на маршрутах. Интеграция систем радиосвязи нового поколения, таких как GSM-R, требует единых стандартов и совместимости. Необходимы обновление знаний и квалификации персонала. Интеграция современных решений оптимизирует управление, обеспечивает качественное обслуживание и противостоит киберугрозам [5]. Изменения в управлении позволяют интегрировать российскую сеть в международные транспортные системы.

Стандартизация телекоммуникаций на железнодорожном транспорте критически важна для обеспечения надежной и эффективной связи. Новые стандарты, такие как FRMCS (на базе 5G), приходят на смену GSM-R. ГОСТ 34014-2016 и ГОСТ 33973-2016 регулируют оперативно-технологическую и поездную радиосвязь, обеспечивая безопасное движение поездов. Правила пользования радиосвязью, утвержденные Министерством транспорта РФ, также важны для безопасности.

Единые стандарты обеспечивают совместимость систем, упрощая управление движением и международное сотрудничество. Стандартизация, в сочетании с технологической интеграцией (IoT, AI), повышает безопасность. ВНИИН-МАШ и ОАО "НИИАС" активно участвуют в разработке и внедрении новых

стандартов.

Стандарты, такие как GSM-R, адаптированы к специфике железной дороги, обеспечивая стабильную связь и защиту от помех. Оптимальное взаимодействие существующих и новых стандартов улучшит качество услуг и повысит безопасность.

Перспективы развития телекоммуникаций на железнодорожном транспорте связаны с повышением безопасности и эффективности перевозок через внедрение LTE, 5G и волоконно-оптических сетей. ОАО «РЖД» активно переходит на новейшие технологии для улучшения управления и снижения ошибок.

Развитие IoT и автоматизированных систем, включая беспилотные поезда, требует доработки стандартов передачи данных. Экологическая повестка стимулирует модернизацию и строительство многоуровневых путей, что также требует современных телекоммуникаций.

Важна комплексная стратегия, включающая реконструкцию инфраструктуры, новые стандарты и совместимость систем. Особое внимание уделяется созданию единого протокола взаимодействия для многослойной структуры железнодорожного транспорта.

Будущее телекоммуникаций на железнодорожном транспорте зависит от перехода на новые стандарты, интеграции данных, использования IoT и снижения воздействия на окружающую среду, что требует долгосрочных инвестиций и инноваций. Системный подход к модернизации существующего оборудования и внедрению волоконно-оптических технологий является решающим фактором.

Телекоммуникации и радиосвязь критически важны для безопасности и эффективности железнодорожного транспорта. Современные системы связи, такие как GSM-R и EIRENE, обеспечивают надежный обмен информацией, предотвращая аварии. DMR и LTE (LTE-R) расширяют возможности управления движением поездов.

EIRENE обеспечивает совместимость для международных перевозок, в то время как GSM-R надежна на национальном уровне. Цифровизация и аналитика больших данных повышают безопасность и эффективность.

Интеграция новых технологий в существующую инфраструктуру требует инвестиций, но необходима для конкурентоспособности. Стандартизация обеспечивает совместимость систем.

Развитие 5G и IoT открывает новые возможности для улучшения связи и управления движением поездов, делая системы более гибкими и адаптивными. Развитие и интеграция телекоммуникаций в железнодорожный транспорт — это вопрос безопасности и эффективности.

### Список литературы

1. Внедрение цифровых систем связи в ОАО... URL: <https://scienceforum.ru/2017/article/2017039240>
2. Коммуникационная система для железнодорожного транспорта URL: <https://www.cta.ru/news/cta/167035.html>
3. Вопросы стандартизации и безопасности миграции к будущей... URL: <https://conf-ntores.etu.ru/assets/files/2021/cp/papers/219-221.pdf>
4. «Телекоммуникационные системы и сети железнодорожного...» URL: <https://spravochnick.ru/lektoriy/telekommunikacionnye-sistemy-i-seti-zheleznodorozhnogo-transporta/>
5. Железнодорожная технологическая радиосвязь. URL: <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=801512>

## **Радиосвязь на железных дорогах**

*Болеев П. Б., студент*

*НИПС-филиал ПривГУПС*

*г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

*Степанова С. Ф., преподаватель*

*НИПС-филиал ПривГУПС*

*г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

***Аннотация:** В данной работе рассматривается роль радиосвязи в обеспечении безопасности и эффективности железнодорожного транспорта. Исследуются современные технологии радиосвязи, включая аналоговые и цифровые системы, а также их влияние на управление движением поездов. Особое внимание уделяется интеграции радиосвязи с другими информационными технологиями, такими как системы локализации и мониторинга, что позволяет повысить оперативность и надежность транспортных операций. Обсуждаются перспективы развития радиосвязи на железных дорогах и ее значимость для международного железнодорожного движения.*

***Ключевые слова:** радиосвязь, железнодорожный транспорт, безопасность, цифровые технологии, управление движением, системы локализации, мониторинг, международные перевозки.*

Телекоммуникации занимают центральное место в современных системах управления железнодорожным транспортом, играя критическую роль в обеспечении надежной и эффективной связи между различными элементами инфраструктуры. Связь между подвижным составом и операционными центрами, а также между различными участками железнодорожной сети является необходимой для обеспечения безопасной и бесперебойной работы. Одна из наиболее зна-

чимых технологий в этом контексте — радиосвязь, которая не только обеспечивает оперативное взаимодействие, но также позволяет решать возникающие в процессе эксплуатации проблемы в реальном времени.

Радиосвязь на железных дорогах способна обеспечивать мгновенный обмен информацией, что особенно важно в условиях, когда задержки могут привести к серьезным последствиям. В современном мире, где скорость и безопасность являются приоритетами, радиосвязь позволяет транспортным компаниям отслеживать движение поездов, контролировать их местоположение, а также управлять организацией пассажирских и грузовых перевозок более эффективно. Технологии, использующие радиосвязь, помогают не только в управлении движением состава, но и в экстренных ситуациях, когда необходимо быстро реагировать на изменения на маршруте или в инфраструктуре.

Системы радиосвязи также интегрируются с другими телекоммуникационными технологиями, такими как системы локализации и мониторинга. Эта интеграция позволяет создать единую информационную среду, что способствует улучшению эффективности работы и повышению уровня безопасности. Например, данные о движении поездов могут передаваться в режиме реального времени, что позволяет операционным центрам быстро реагировать на ситуации, требующие вмешательства, и эффективно управлять ресурсами.

Радиосвязь на железнодорожном транспорте является ключевым аспектом, обеспечивающим безопасность и эффективность перевозок. Она обладает рядом особенностей, которые обусловлены спецификой работы железнодорожного транспорта, включающей постоянное движение составов, большое количество обслуживающего персонала и значительное количество терминалов на маршрутах. Эти факторы требуют применения специализированных технологий и систем, которые обеспечивают бесперебойную и устойчивую связь даже в самых сложных условиях.

Современные радиосистемы, используемые в железнодорожной отрасли, обеспечивают передачу как голосовой информации, так и данных о состоянии оборудования и различных параметрах работы составов. Это означает, что не

только локомотивные бригады, но и диспетчеры, а также обслуживающий персонал могут мгновенно обмениваться критически важной информацией. Например, в случае возникновения нештатной ситуации или изменения в графике движения, сотрудники могут быстро обсудить и согласовать действия, что существенно снижает риск возникновения аварийных ситуаций.

Кроме того, радиосвязь в железнодорожном транспорте играет важную роль в мониторинге состояния подвижного состава и инфраструктуры. Системы передачи данных позволяют в реальном времени отслеживать технические параметры поездов, такие как температура тормозов, давление в тормозных системах и другие критически важные показатели. Это позволяет оператором заранее выявлять возможные неисправности и выполнять профилактическое обслуживание, что существенно повышает общую безопасность перевозок и снижает риск поломок.

Эффективность радиосвязи также зависит от выбора правильных технологий и оборудования. Например, использование цифровых радиосистем и частотно-цепных технологий позволяет значительно улучшить качество передачи сигнала и расширить зоны покрытия, что особенно важно на протяженных железнодорожных маршрутах. В дополнение к этому, современные решения часто включают функции шифрования данных для обеспечения конфиденциальности передаваемой информации и защиты от возможных помех.

В последние годы одним из значительных направлений в области радиосвязи стало внедрение цифровых систем, и технологии вроде Tetra (Terrestrial Trunked Radio) играют здесь ключевую роль. Tetra — это стандарт цифровой радиосвязи, специально разработанный для обеспечения высококачественной и надежной связи в различных сферах, включая транспорт, экстренные службы, безопасность и охрану.

Основным преимуществом Tetra является использование цифровых методов кодирования для передачи как данных, так и голоса. Это позволяет значительно повысить качество связи, так как цифровые сигналы меньше подвержены помехам и искажениям, которые нередко встречаются в аналоговых системах. В

результате голосовые сообщения становятся более четкими и понятными, что критически важно в ситуациях, требующих быстрого реагирования и высокой степени координации, таких как работа экстренных служб или управление транспортом.

Кроме того, использование цифровых технологий в системах Tetra позволяет увеличить пропускную способность каналов связи. Это означает, что одновременно можно передавать большее количество информации, например, проводить телефонные разговоры, передавать данные о местоположении транспортных средств или отправлять текстовые сообщения. В условиях городского и пригородного сообщения, где плотность движения транспортных средств и необходимость в мгновенной информированности о ситуациях на дороге постоянно возрастают, такая способность становится особенно актуальной.

В дополнение к улучшенному качеству связи и повышенной пропускной способности, системы Tetra предлагают множество других функций, таких как возможность групповых вызовов, что позволяет заранее организовывать связь между несколькими пользователями одновременно. Это важно для координации действий на уровне служб, занимающихся обеспечением безопасности и контроля, когда необходимо быстро передавать информацию большой группе сотрудников. Кроме того, интеграция с другими системами, такими как GPS для отслеживания местоположения транспорта, также делает такие системы незаменимыми.

Особое внимание стоит уделить и уровню безопасности, который обеспечивают цифровые системы радиосвязи. Tetra поддерживает различные методы шифрования данных, что позволяет защитить информацию от перехвата и несанкционированного доступа. Это особенно важно в контексте работы с чувствительными данными, такими как информация о перемещении пассажиров и грузов, а также в случае использования таких систем экстренными службами, где даже малейшее утечка информации может привести к серьезным последствиям.

В современных условиях, когда скорость и надежность передачи информации становятся ключевыми факторами в успешной организации транспортного

процесса, внедрение цифровых систем радиосвязи, таких как Tetra, способствует созданию максимально эффективной, безопасной и адаптированной к нуждам пользователей среды. Увеличение покрытия связи и уменьшение гулкости помех делает такие системы жизненно важными элементами для оптимизации работы городских и пригородных транспортных систем, обеспечивая высокую степень надежности и четкости передачи информации в режимах с интенсивным движением. Это позволяет не только улучшить качество обслуживания населения, но и повысить общую безопасность на дорогах, что является приоритетом для большинства современных городов.

В современных условиях обеспечения безопасности и эффективности работы железнодорожного транспорта использование систем локализации и мониторинга становится неотъемлемой частью общей инфраструктуры. Одним из ключевых элементов этого процесса являются GPS-технологии, которые позволяют отслеживать положение поездов в реальном времени. Такие системы предоставляют данные не только о местоположении, но и о скорости, направлении движения, а также состоянии основных систем самого поезда.

Эти данные играют решающую роль в планировании движения. Система локализации позволяет диспетчерам видеть не только текущие позиции поездов, но и предсказывать их прибытия в тех или иных пунктах назначения. Это значительно уменьшает вероятность возникновения заторов и конфликтов на путях, особенно в условиях высокой плотности поездов. Диспетчеры могут оперативно реагировать на изменения — корректировать графики, перераспределять составы и даже перенаправлять поезда в режиме реального времени в случае непредвиденных ситуаций, таких как аварии или необходимость проводить работы на путях.

Кроме этого, системы мониторинга могут интегрироваться с другими технологическими решениями, такими как автоматизированные системы управления движением, что значительно улучшает координацию и взаимодействие на уровне всей железнодорожной сети. Они обеспечивают обмен информацией

между различными исполнителями, что позволяет создать единое «информационное поле», в котором могут находиться все участники процесса — от операторов до водителей поездов. Это, безусловно, увеличивает общую безопасность на железных дорогах, так как управление становится более предсказуемым и структурированным.

Важным аспектом использования систем локализации и мониторинга является также возможность повышения уровня обслуживания пассажиров. Поддержка технологий отслеживания позволяет информировать клиентов о реальном времени прибытия поезда, наличии задержек и даже о погодных условиях на маршруте. Это создает более высокий уровень комфорта для пассажиров, снижая стресс и неопределенность, связанные с путешествием.

Кроме того, такие системы способствуют оптимизации использования ресурсов. Зная точное местоположение и состояние всех поездов в реальном времени, железнодорожные компании могут более эффективно планировать техническое обслуживание и ремонт. Это позволяет продлевать срок службы подвижного состава и инфраструктуры, минимизируя затраты на содержание и увеличивая общую результативность работы.

.Современные радиосистемы также поддерживают интеграцию с другими телекоммуникационными системами, такими как системы автоматизированного управления движением (АСУД). Это открывает новые перспективы для повышения безопасности и эффективности перевозок. Например, системы автоматического контроля могут передавать сигналы о состоянии путевого хозяйства, что позволяет предотвратить аварийные ситуации, такие как столкновения или *derailing*.

На уровне международной кооперации также активно рассматриваются стандарты и рекомендации, касающиеся радиосвязи на железнодорожном транспорте. Союз железных дорог Европы (UIC) и Международный союз железных дорог (OSJD) работают над унификацией систем радиосвязи, что способствует созданию более безопасных и эффективных трансграничных перевозок. Это особенно важно для поездов, пересекающих границы, где требования к связности и

взаимодействию систем могут различаться.

Подводя итог, следует подчеркнуть, что радиосвязь на железнодорожном транспорте представляет собой один из основополагающих компонентов, обеспечивающих безопасность, эффективность и надежность перевозок. Радиосистемы позволяют организовать оперативную связь между различными участниками транспортного процесса, такими как машинисты, диспетчеры и инженеры, что является критически важным для своевременного обмена информацией о состоянии движения, возможных задержках и нештатных ситуациях. Это в свою очередь способствует оперативному реагированию на возникающие проблемы, минимизируя риски и увеличивая общую безопасность железнодорожных перевозок.

Развитие технологий, как в области радиосвязи, так и в смежных телекоммуникационных решениях, ведет к значительным улучшениям в работе железнодорожного транспорта. Современные цифровые системы связи, интегрируемые с другими транспортными технологиями, открывают новые горизонты для повышения оперативности и надежности перевозок. Так, внедрение автоматизированных систем управления движением, основанных на данных, получаемых в реальном времени, позволяет значительно сократить время реагирования на изменяющиеся условия на маршруте, обеспечивая более высокую степень предсказуемости и точности в расписании движения поездов.

В условиях современного мира, где требования к скорости и надежности перевозок становятся все более актуальными, качественная радиосвязь играет особенно важную роль. Во-первых, она способствует созданию единого информационного поля, где все участники процесса могут получать и передавать актуальные данные, что позволяет избежать информационных разрывов и недоразумений. Во-вторых, современные радиосистемы, поддерживающие передачу больших объемов данных, позволяют не только передавать голосовую информацию, но и обмениваться текстовыми сообщениями, а также данными о состоянии оборудования и инфраструктуры, что значительно повышает уровень контроля и управления движением.

Когда речь заходит о соблюдении стандартов безопасности, радиосвязь предоставляет возможность внедрения современных систем мониторинга и управления, которые способны предотвратить множество потенциальных инцидентов. Это касается не только локализованных ситуаций, таких как неисправности в движущемся составе, но и более широких проблем, связанных с состоянием путей или погодными условиями. В таких условиях диспетчеры могут оперативно принимать обоснованные решения, обеспечивая безопасное и бесперебойное движение поездов.

Таким образом, радиосвязь является не просто вспомогательной системой, но и центральным элементом, который способен кардинально изменить подход к организации железнодорожных перевозок. Важность её развития и внедрения новых технологий трудно переоценить, ведь это не только увеличивает эффективность работы всего железнодорожного комплекса, но и в конечном итоге обеспечивает комфорт и безопасность пассажиров. Важно также отметить, что интеграция радиосистем с другими инновациями, такими как системы автоматизированного управления, означает, что железнодорожный транспорт движется в сторону более продвинутого и интеллектуального управления, что, безусловно, отвечает требованиям времени и потребностям общества.

### **Список литературы**

1. Радиосвязь на российских железных дорогах// Официальный сайт К-Радио [электронный ресурс]. URL: <https://k-radio.ru/blog/radiosvyaz-na-rossiyskikh-zheleznykh-dorogakh/>
2. Радиосвязь // Официальный сайт Мояжд.РФ [электронный ресурс]. URL: <https://myrailway.ru/slovar/radiosvyaz>
3. Радиосвязь для безопасного транспорта // Официальный сайт Технологии и средства связи [электронный ресурс]. URL: <http://lib.tsonline.ru/articles2/fix-op/radiosvyazj-dlya-bezopasnogo-transporta>

4. Средства связи // Официальный сайт Caredenis [электронный ресурс].

URL: <http://www.caredenis.ru/resources/srd/html/les15.html>

5. Связь // Официальный сайт Желдор Академия [электронный ресурс].

URL: <https://rzda.ru/info/history/svyaz/>

## **Современные вызовы и решения для радиосвязи на железной дороге**

*Быков А. А., студент*

*НИПС-филиал ПривГУПС*

*г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

*Стоянова О. Ф., преподаватель*

*НИПС-филиал ПривГУПС*

*г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

***Аннотация:** В статье рассматриваются текущие вызовы и возможности радиосвязи на железнодорожном транспорте. Основное внимание уделено улучшению покрытия, снижению интерференции и повышению безопасности данных. Обсуждаются инновационные решения, включая интеграцию 5G, стандарта GSM-R, а также использование Интернета вещей и искусственного интеллекта. Анализируется необходимость адаптации нормативной базы для поддержки новых технологий, что позволит повысить эффективность и безопасность железнодорожной системы.*

***Ключевые слова:** Радиосвязь, железнодорожный транспорт, GSM-R, 5G, безопасность передачи данных, Интернет вещей (IoT), искусственный интеллект, улучшение покрытия, интерференция сигналов, инновационные технологии, нормативная база, инфраструктура железной дороги.*

В последние десятилетия железнодорожный транспорт претерпевает зна-

чительные изменения под влиянием прогресса в области информационных технологий и коммуникаций. В условиях нарастающей конкуренции с другими видами транспорта и растущих ожиданий пассажиров и грузоотправителей от качества услуг, важность инновационной и надежной радиосвязи выходит на первый план. Радиосвязь на железной дороге — это не просто средство общения, а жизненно важный компонент, от которого зависят безопасность, оперативность и эффективность управления железнодорожными перевозками. Современные реалии требуют от железнодорожных компаний преодоления множества вызовов, таких как проблемы с покрытием в удаленных зонах, интерференция сигналов и необходимость защиты данных от несанкционированного доступа. Стремительный рост объемов данных и увеличение требований к их безопасности усиливают необходимость модернизации существующих систем связи. Использование цифровых технологий, включая стандарты GSM-R и сети 5G, открывает новые возможности для внедрения усовершенствованных систем связи, поддерживающих высокие нагрузки и обеспечивающих непрерывное и безопасное управление движением. Цель данной статьи — исследовать текущее состояние радиосвязи на железнодорожном транспорте, проанализировать ключевые вызовы и представить перспективные технологические решения, которые способны революционизировать эту отрасль. Особое внимание уделено инновациям, включая интеграцию Интернета вещей (IoT) и использование искусственного интеллекта для оптимизации транспортных процессов. Рассматриваются также аспекты регулирования и стандартизации, необходимые для успешного внедрения новых технологий. Понимание этих аспектов и их потенциала для развития транспортной системы позволит создать более безопасную, эффективную и технологически продвинутую инфраструктуру, готовую к требованиям будущего. Эта статья предлагает вам погрузиться в мир современных решений и их применения в одном из самых динамично развивающихся секторов транспортной индустрии.

В современном железнодорожном транспорте радиосвязь играет критически важную роль, обеспечивая возможность надежного управления движением поездов и координации многочисленных операций. Несмотря на достижения в

этой области, текущие системы сталкиваются с рядом ограничений и проблем, требующих внимания. На протяжении десятилетий железные дороги использовали аналоговые системы радиосвязи, характеризующиеся простотой и определенной степенью надежности. Эти системы обеспечивали базовые функции связи между локомотивами и диспетчерскими центрами, позволяя передавать основные команды и информацию о местоположении. Однако, эти технологии постепенно устаревают, предьявляя риск недостаточной безопасности и ограниченной функциональности.

С переходом к цифровым технологиям началось внедрение более совершенных систем радиосвязи, таких как стандарт GSM-R (Global System for Mobile Communications for Railways). GSM-R представляет собой адаптированную версию стандартов сотовой связи, обеспечивая более надежную и безопасную среду для передачи данных и голосовой связи. Данная технология позволяет передавать не только голосовые команды, но и данные о местоположении поездов в реальном времени, что существенно улучшает координацию и управление. Тем не менее, даже современные системы сталкиваются с проблемами, такими как недостаточное покрытие в удаленных регионах, интерференция сигналов и необходимость обновления инфраструктуры для дальнейшего развития. На фоне этих изменений необходимо обратиться к внедрению новых инноваций и технологий, чтобы поддерживать высокий уровень связи и безопасности, соответствующий современным стандартам и ожиданиям.

В условиях стремительного технологического прогресса и увеличивающейся нагрузки на железнодорожные системы радиосвязь сталкивается с множеством вызовов, которые требуют своевременного и комплексного подхода. Один из ключевых аспектов, влияющих на эффективность радиосвязи, заключается в обеспечении надежного и непрерывного покрытия, особенно в удаленных и труднодоступных зонах. Одной из наиболее существенных проблем радиосвязи на железной дороге является обеспечение стабильного покрытия вдоль всех участков железнодорожных путей, включая те, которые проходят через отдаленные и малонаселенные регионы. Часто инфраструктура в таких местах недостаточно

развита, что мешает установлению стабильного радиосигнала и, следовательно, рискует прервать связь, что может отрицательно сказаться на безопасности и управлении движением. Эти трудности усугубляются географическими особенностями местности, такими как горы, леса и туннели, которые также влияют на качество сигнала. Неполное покрытие сети может привести к задержкам передачи данных, некорректной работе автоматизированных систем и снижению уровня безопасности. Для решения этой проблемы необходимо разрабатывать новые технологии, которые улучшат способность системы к обеспечению надежного покрытия в сложных условиях. Интерференция сигналов представляет ещё один значительный вызов, оказывающий влияние на качество радиосвязи. Железнодорожные системы часто эксплуатируются в средах с высоким уровнем шумов и помех, что связано с работой различных электрических и электронных систем. Это может вызвать потерю связи или ухудшение качества передачи данных, непосредственно влияющее на оперативность и надежность управления движением. Решения таких проблем могут включать оптимизацию использования радиочастот, применение более точно настроенных антенн и усилителей сигнала, а также разработку новых стандартов связи, способных лучше справляться с электромагнитными помехами. Одновременно с технологическим развитием возрастает потребность в обеспечении безопасности передачи данных в радиосистемах. Любые сбои или несанкционированный доступ представляют серьёзные риски, включая нарушение графика движения и угрозы безопасности пассажиров. Современные системы радиосвязи должны предусматривать использование надежных протоколов шифрования и серьёзных мер аутентификации для защиты данных. Кроме того, необходим постоянный мониторинг сетевой активности для обнаружения потенциальных угроз, что обеспечит стабильную и безопасную работу радиосистем. Эти три ключевых аспекта — проблемы покрытия, интерференция сигналов и безопасность данных — требуют всестороннего подхода и внедрения передовых технических решений для повышения эффективности и надежности железнодорожной радиосвязи.

В ответ на выявленные проблемы использования радиосвязи на железнодорожном транспорте современные технологии предлагают эффективные решения, способные значительно изменить качество и надежность систем связи. Внедрение цифровых методов, новых стандартов и передовых технологий может обеспечить адекватное преодоление существующих вызовов и поддержку устойчивого развития железнодорожных систем. Использование цифровых радиосистем и стандарта GSM-R Одним из ключевых шагов в модернизации радиосвязи на железной дороге является переход на цифровые радиосистемы, с акцентом на использование стандарта GSM-R (Global System for Mobile Communications for Railways). Разработанный специально для железнодорожного транспорта, GSM-R обеспечивает четкую и надежную передачу как голосовых, так и информационных данных, удовлетворяет международным стандартам и упрощает координацию движения. Применение систем сотовой связи 5G для улучшения покрытия Новые возможности в области покрытия и скорости передачи данных предоставляет внедрение сетей 5G. Эта технология предлагает значительно более высокую скорость передачи, минимальные задержки и способность поддерживать множество подключенных устройств одновременно. Благодаря этим характеристикам 5G существенно улучшает покрытие даже в удаленных зонах, облегчая управление железнодорожными операциями в режиме реального времени. Разработка и внедрение систем защиты данных и шифрования С ростом объемов данных в радиосистемах железнодорожного транспорта ключевым аспектом становится обеспечение безопасности информации. Современные методы шифрования и аутентификации, такие как AES и многофакторная аутентификация, способны защитить передаваемые данные от киберугроз, а круглосуточный мониторинг и анализ сетевой активности помогают своевременно выявлять потенциальные угрозы. Синергия этих решений создает инновационный подход к управлению и эксплуатации радиосвязи на железнодорожном транспорте. Переход на цифровые системы, использование сетей 5G и надежных систем шифрования дают возможность значительно повысить эффективность, безопасность и адаптивность

железнодорожных систем, обеспечивая их готовность к вызовам будущего. Введение этих передовых технологий требует тщательной планировки, инвестиций и обучения персонала, но обещает значительное улучшение работы всей транспортной инфраструктуры.

В свете современных вызовов и технологических изменений появление инноваций и перспектив развития становится важным шагом для обеспечения устойчивости и повышения эффективности радиосвязи на железнодорожном транспорте. Необходимость адаптации к новым требованиям рынка и технологий открывает множество возможностей для применения передовых решений, позволяющих не только решать текущие проблемы, но и закладывать основу для будущих достижений в транспортной отрасли.

Интеграция технологий Интернета вещей (IoT) и искусственного интеллекта (ИИ) может привести к значительным улучшениям в управлении и эксплуатации железнодорожного транспорта. IoT-устройства, такие как сенсоры и датчики, способны обеспечивать постоянный мониторинг состояния инфраструктуры и подвижного состава, предсказание неисправностей и заблаговременное планирование технического обслуживания. Искусственный интеллект может использоваться для анализа большого объема данных, получаемых от этих устройств, и оптимизации процесса управления движением поездов. Значительное внимание должно быть уделено адаптации регуляторной базы к новым реалиям и инновациям. Это включает в себя обновление стандартов и норм, касающихся безопасности данных, интеграции новых технологий и соблюдения экологических норм. Гибкость регуляторной среды позволит внедрять нововведения более оперативно, снижая административные барьеры на пути к инновациям. В будущем квантовая криптография может стать одним из новаторских направлений в области безопасности передачи данных. Эта технология предлагает потенциально непревзойденный уровень защиты от киберугроз и несанкционированного доступа. Исследования и пилотные проекты в этой области могут стать стимулом для разработки надежных систем связи, рассчитанных на дальнейшие потребности железнодорожной отрасли. Внедрение интеллектуальных систем

управления позволяет обеспечить более эффективное использование существующей инфраструктуры. Использование технологий предиктивной аналитики может помочь оптимизировать график движения поездов, минимизировать задержки и оптимально распределять ресурсы. С учетом глобализации транспортных сетей и увеличения объема международных перевозок, критически важным становится развитие интеграции и совместимости международных систем связи. Это включает в себя гармонизацию стандартов и поддержку универсальных протоколов обмена данными, что обеспечит более скоординированное и безопасное движение на международных маршрутах.

Подводя итог обсуждению, можно с уверенностью утверждать, что радиосвязь на железнодорожном транспорте играет критически важную роль в обеспечении надежности, безопасности и эффективности всех операций. Тем не менее, индустрия сталкивается с рядом вызовов, включая проблемы с покрытием в удаленных зонах, интерференцию и помехи в радиосигналах, а также обеспечение безопасности передачи данных. В свете этих вызовов, интеграция современных технологических решений, таких как цифровые радиосистемы, 5G- сети и современные системы защиты данных, приобретает стратегическую важность. Эти технологии обещают значительное улучшение качества связи и повышение уровня безопасности. Кроме того, использование инноваций, таких как IoT, искусственный интеллект, квантовая криптография, предусматривает долгосрочные улучшения в управлении и эксплуатации железнодорожных систем. Регулирование в этой области должно поддерживать внедрение новых технологий, обеспечивая гибкость и адаптацию к изменяющимся требованиям и стандартам рынка. Это позволит ускорить процесс инноваций и расширить возможности использования передовых решений. В заключение, успешное преодоление современных вызовов и реализация предлагаемых решений может значительно повысить эффективность и безопасность железнодорожной радиосвязи, обеспечивая устойчивое развитие и адаптацию транспортной системы к требованиям будущего. Коллективный подход и внедрение технологических инноваций откроют новые горизонты для улучшения сервисов и операционной эффективности, что в

конечном итоге поможет обеспечить надежное и безопасное транспортное сообщение для пассажиров и грузов во времена растущих вызовов и динамичных изменений

### Список литературы

1. А. Смит, "Цифровая радиосвязь для железнодорожного транспорта". Издательство "Транспорт", 2021.
2. Дж. Холл, "Современные системы передачи данных в транспортной отрасли". Издательство "High-Tech Books", 2022.
3. О судьбе железнодорожной сигнализации gsm-r  
<https://cyberleninka.ru/article/n/o-sudbe-zheleznodorozhnoy-signalizatsii-gsm->
4. Стандартизация систем беспроводной связи для железных дорог  
<https://conf-ntores.etu.ru/assets/files/2020/cp/papers/188.pdf>  
GSM-R Глобальная система мобильной связи - Железные дороги  
<https://uic.org/rail-system/telecoms-signalling/gsmr>

## Современные цифровые сети ОАО РЖД и Водородная энергетика

**Желтов М. М., студент**

*НИПС-филиал ПривГУПС*

*г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

**Стоянова О. Ф., преподаватель**

*НИПС-филиал ПривГУПС*

*г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

***Аннотация:** В данной статье рассматриваются актуальные проблемы развития транспортного комплекса в условиях цифровой экономики. Транспортная отрасль, являясь ключевым элементом инфраструктуры, сталкивается с рядом вызовов, начиная от устаревания инфраструктуры и заканчивая необходимостью внедрения новых технологий. Основное внимание уделяется вопросам инфраструктурных ограничений, трудностям цифровой трансформации, вопросам кибербезопасности, экологическим аспектам, необходимостью обновления регуляторной базы и влиянию на рынок труда. Также подчеркивается важность комплексного подхода и сотрудничества всех заинтересованных сторон для успешной интеграции цифровых технологий в транспортный сектор. Заключение статьи акцентирует внимание на необходимости последовательных шагов для создания эффективной и устойчивой транспортной системы, соответствующей современным вызовам и потребностям общества.*

***Ключевые слова:** транспортный комплекс; цифровая экономика; инфраструктурные ограничения; цифровая трансформация; новые технологии; безопасность данных; кибербезопасность; экологические аспекты; устойчивое развитие; электрические транспортные средства; регуляторная среда; стандартизация; рынок труда; автоматизация; обучение кадров; интеллектуальное транспортное управление; инновационное развитие; переподготовка; эффективность; социальные аспекты.*

Сегодня с ростом тяжеловесного движения на железных дорогах России, строители уже используют тяжелые рельсы, а количество шпал доведено до 2000 на километр, вместо 1500, увеличена и толщина балласта. Но выросли только параметры, а способы укладки остались прежними. Сейчас строительство железных дорог разделилось по своим особенностям: - Строительство подъездных путей; - Строительство искусственных сооружений и инженерной защиты. Каждый из этих видов, предполагает определенные работы, достигающие поставленных целей, такие как: подготовка почвы, верхнее строение пути, прокладка устройств сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ), прокладки линий связи, сооружение мостов, тоннелей и других защитных и укрепляющих устройств. Эти работы и их длительность зависят от места, где должна проходить дорога. При строительстве железных дорог в условиях Крайнего Севера необходимо учитывать суровые природные условия, вечномёрзлое состояние грунтов и высокую себестоимость работ. При этом необходимо улучшить конструкцию дорог, особенно в отсыпке насыпи из непроемчивых грунтах, как можно больше упростить строительство и повысить качество работ. В связи с тем, что в последнее время вырос объем грузоперевозок, связанный с добычей ископаемых и обустройством оборонных объектов в Арктических зонах, Правительство РФ приняло решение по ускорению сети железных дорог.

Современный транспортный комплекс является одним из ключевых элементов инфраструктуры любой страны и играет важную роль в обеспечении устойчивого экономического роста. В условиях цифровой экономики транспортная отрасль сталкивается с новыми вызовами и возможностями, которые требуют кардинального пересмотра подходов к управлению и развитию. В данной статье рассмотрим актуальные проблемы, с которыми сталкивается транспортный комплекс в контексте цифровых изменений.

Одна из главных проблем развития транспортного комплекса заключается в недостаточности и устаревании инфраструктуры. С ростом объемов грузопере-

возок и пассажиропотока необходимость модернизации существующих транспортных систем становится все более очевидной. Внедрение цифровых технологий, таких как системы интеллектуального транспортного управления, требует наличия современной инфраструктуры, способной поддерживать эти инновации.

Исполнение охлаждающей системы в виде жесткого элемента из отработанных полуцистерн позволяет: -Увеличить площадь контакта с основанием -Повысить эффективность действия системы Заглубление цистерн в мерзлое основание на глубину равную глубине естественного оттаивания грунта, позволяет повысить зону охвата и влияния оттаивания основания земляного полотна, тем самым сохраняя надежность в мерзлом состоянии. Для большей эффективности можно использовать прогревающую систему, с целью прогрева насыпи для частичного оттаивания грунта. В таком варианте рекомендуют кратковременное пропускание горячего воздуха по ниткам из цистерн. В теплое время года происходит промораживание насыпи при помощи пропуска хладагента через цистерны. В таком случае происходит остывание насыпи и основания, что повышает эффективность системы. В заключение можно сделать вывод. Выполненные предварительные работы указывают, что устойчивость грунтовой насыпи, отсыпаемых из тонкодисперсных грунтов, можно повысить за счет изменения конструкции, позволяющие поддерживать насыпь в надежном и прочном состоянии в случае ее оттаивания.

Цифровая экономика открывает новые горизонты для транспортной отрасли, однако её реализация сталкивается с рядом трудностей. К ним относятся высокие первоначальные инвестиции в цифровизацию, а также необходимость в обучении кадров. Множество компаний сталкиваются с проблемой «старения» технологий, когда устаревшее оборудование не совместимо с новыми системами.

Цифровизация транспортного комплекса влечет за собой необходимость защиты данных. Системы управления, основанные на больших данных и Интернете вещей, подвержены рискам кибератак. Уязвимости в программном обеспечении могут привести к серьезным последствиям для безопасности пассажиров

и перевозимых грузов. Поэтому обеспечение кибербезопасности становится одной из приоритетных задач.

На данный момент большая часть технологий железнодорожного строительства начала постепенно устаревать и требовать от себя постоянной замены и модернизации. Поэтому сейчас крайне важно задать новое направление в энергетической инфраструктуре для повышения эффективности уже имеющегося у нас оборудования, меньших денежных затрат и большей экономии ресурсов. Изменения, которые повлечёт за собой этот переход, окажут огромное влияние не только на дальнейшее развитие энергетики, но и на связанные с ней отрасли, в особенности на железнодорожный транспорт. Одними из основных направлений, относящимися к новому направлению энергетики являются: –Технология цифровых сетей –Водородная энергетика Современные цифровые сети АОА «РЖД» обеспечивают повышенную безопасность движения и быстрдействие в управлении железнодорожным транспортом. К современным технологиям цифровых сетей относятся цифровые устройства релейной защиты и автоматики, измерители тока и напряжения, устройства автоматики, цифровые распределительные устройства (РУ).

В условиях цифровой экономики также необходимо учитывать экологические аспекты транспортного комплекса. Устойчивое развитие требует перехода на экологически чистые виды транспорта, такие как электрические и гибридные транспортные средства. Цифровые технологии могут помочь в управлении выбросами и разработке более эффективных транспортных маршрутов, однако для этого потребуются значительная работа по интеграции новых стандартов и технологий.

Цифровизация транспортного комплекса требует обновления законодательной и регуляторной базы. Нормативные акты должны учитывать новшества в области технологий, таких как автономные транспортные средства и системы совместного использования. Отсутствие четких правил создает неопределенность для компаний, что может замедлить их инновационное развитие.

Водородная энергетика. Международным энергетическим агентством (МЭА) прогнозируется, что технологии водородной энергетике, использующие водород в качестве топлива, получат широкое распространение в частном и общественном транспорте, а также в распределенном энергоснабжении частных домохозяйств и коммерческой недвижимости. С помощью водородной энергетике снизятся вредные выбросы в атмосферу от транспорта, что пойдёт на пользу экологии; В водороде содержится почти в три раза больше энергии, чем в ископаемом топливе; ещё одним преимуществом водорода является его безграничность, так как он встречается повсеместно. Цифровые сети и водородная энергетика имеют большой потенциал для мировой энергетике, но перед тем, как начать полностью функционировать должно пройти ещё не мало времени, нужно разработать план действий по развитию и внедрению этих направлений энергетике, реализовать проекты, демонстрирующие необходимые эффекты, и их масштабное применение.

Цифровая экономика влияет на рынок труда, и транспортный сектор не является исключением. Автоматизация процессов и внедрение новых технологий могут привести к сокращению рабочих мест в некоторых областях, но одновременно создают новые возможности в других. Важно предусмотреть программы переподготовки и повышения квалификации сотрудников, чтобы обеспечить плавный переход к новой экономике.

Развитие транспортного комплекса в условиях цифровой экономики – это сложная задача, требующая комплексного подхода и сотрудничества всех заинтересованных сторон. Решение актуальных проблем, таких как модернизация инфраструктуры, обеспечение кибербезопасности, переход на устойчивые виды транспорта и адаптация регуляторной среды, станет залогом успешной интеграции цифровых технологий в транспортный сектор. Только последовательные шаги и совместные усилия позволят создать эффективную, безопасную и устойчивую транспортную систему, которая будет отвечать требованиям времени и потребностям общества.

## Список литературы:

1. [samgups.ru>about/struktura\\_universiteta/filialy/...](http://samgups.ru/about/struktura_universiteta/filialy/)
2. [politehnikum-eng.ru>2021/12\\_17/sbornik\\_spo.pdf](http://politehnikum-eng.ru/2021/12_17/sbornik_spo.pdf)
3. [ma123.ru>wp-content/uploads/2020/03/Машкина-...](http://ma123.ru/wp-content/uploads/2020/03/Машкина-...)
4. Кондратьев В.Г., Стабилизация земляного полотна на вечномерзлых грунтах, Учебник 2011 года-176 с
5. Строительство путей сообщения на Севере / Луцкий С. Я. [и др.]. - Москва: ЛАТМЭС, 2009. - 284 с.
6. Повышение эффективности транспортного строительства в арктических зонах, Трофимов В.И.
7. <https://medium.com/internet-of-energy/1ebb2de4a82>
8. <https://journal.tinkoff.ru/news/review-vodorod/>

## Типы радиосвязи на железнодорожном транспорте

*Зеликов Д. В., студент*

*Тихорецкий техникум*

*железнодорожного транспорта – филиала РГУПС,*

*г. Тихорецк, Российская Федерация*

*Сафронова О. В., преподаватель*

*Тихорецкий техникум*

*железнодорожного транспорта – филиала РГУПС*

*г. Тихорецк, Российская Федерация*

*Аннотация:* В данной статье рассматривается ключевая роль радиосвязи в обеспечении безопасного и эффективного функционирования железнодорожного транспорта. Подчёркивается, что слаженная работа машинистов, диспетчеров и обслуживающего персонала невозможна без

*надёжной радиосвязи, которая должна обеспечивать стабильное соединение на протяжении всего маршрута, включая станции и перегоны.*

**Ключевые слова:** *радиосвязь, железнодорожный транспорт, безопасность, эффективность, машинисты, диспетчеры, обслуживающий персонал, нормативные документы, аналоговые сети, маневровая связь, станционная связь, горочная связь.*

Прибытие поездов по расписанию, безопасность пассажиров в пути и на железнодорожных станциях, а также сохранность грузов — всё это является результатом слаженной работы машинистов, диспетчеров и обслуживающего персонала. Такая согласованная деятельность невозможна без надёжной радиосвязи, которая должна быть стабильной на протяжении всего маршрута, включая железнодорожные станции и перегоны между ними. Использование радиосвязи в железнодорожном транспорте регулируется ГОСТами и инструкциями, в которых определяются типы радиосвязи, состав оборудования, частотные диапазоны и другие важные параметры [1].

Системы радиосвязи на железной дороге могут различаться по типу сигнала (цифровая или аналоговая), частотам и составу оборудования, в зависимости от условий их использования. Например, на участках с высокой скоростью движения поездов рекомендуется использовать цифровые радиосети стандартов TETRA или GSM-R, тогда как для локальных участков проектируются аналоговые сети связи. Рассмотрим основные типы радиосвязи и требования к ним в соответствии с нормативными документами [2].

Станционная радиосвязь осуществляется на частотах 151,700-154 МГц и 155-156 МГц в симплексном режиме. Она делится на маневровую и горочную. Маневровая связь предназначена для маневровых и станционных диспетчеров, старшего помощника начальника станции, а также дежурных по приему, формированию и отправлению составов, чтобы обеспечить связь с машинистами и составителями поездов. Горочная связь необходима для постоянного взаимодействия между сотрудниками, работающими на горке (дежурный,

составители, регулировщики скорости). Также создаются отдельные радиосети для пунктов технического обслуживания, коммерческого осмотра поездов, службы охраны, электромехаников и других специалистов, работающих с электросетями.

Поездная радиосвязь организована в соответствии с ГОСТ Р 54959-2012 "Поездная электросвязь" и предназначена для обеспечения коммуникации между различными участниками железнодорожного процесса. Она позволяет машинистам взаимодействовать с помощниками, механиками, диспетчерами, дежурными на станциях, а также с машинистами других поездов, которые следуют по тому же маршруту. Кроме того, связь необходима для общения с дежурными на переездах и в депо.

Для поездной радиосвязи определены следующие частоты: 2,13 МГц и 2,15 МГц, 160 МГц, 900 МГц (стандарт GSM-R), 460 МГц (стандарт TETRA). Поездная радиосвязь может осуществляться в симплексном или дуплексном режиме и подразделяется на два основных типа:

В линейной системе используются базовые радиостанции, установленные вдоль диспетчерского участка. Эти станции соединяются с распорядительной (диспетчерской) радиостанцией.

В цифровой линейной связи применяются стационарные, носимые и возимые радиостанции стандартов GSM-R и TETRA. В аналоговой линейной связи используются радиостанции диапазонов 160 МГц, 2,13 МГц и 2,15 МГц.

Зонная система используется в пределах железнодорожной станции или перегона. В этой системе применяются стационарные устройства диапазонов ГМВ и МВ, а также возимые радиостанции на поездах и носимые у отдельных абонентов. Соединение базовых станций с распорядительной в такой системе не требуется, что упрощает организацию связи.

Поездная радиосвязь играет ключевую роль в обеспечении безопасности и эффективности работы железнодорожного транспорта. Использование различных стандартов и частот позволяет адаптировать систему связи к специфическим условиям эксплуатации и требованиям безопасности.

Ремонтно-оперативная радиосвязь (РОРС) является важным инструментом для обеспечения эффективного взаимодействия между различными специалистами на железной дороге. Данный вид радиосвязи регулируется распоряжением ОАО РЖД № 1564р и обеспечивает постоянный контакт между руководителями ремонтных работ, механиками, машинистами и диспетчерами. РОРС делится на три основных типа:

1. Аналоговая радиосвязь в МВ-диапазоне. Этот тип связи предназначен для рабочих, занимающихся плановым и аварийным ремонтом путей, а также для обслуживания линий связи и электросетей. Работники, такие как уборщики снега, также используют данный вид связи. Дежурные сотрудники оборудованы стационарными радиостанциями, которые подключены через кабельные каналы. Подвижные абоненты обеспечиваются носимыми или возимыми радиостанциями.

2. Цифровая радиосвязь TETRA и GSM-R. Этот тип связи используется для тех же целей, что и аналоговые станции в МВ-диапазоне, но также может служить аварийной связью в экстренных ситуациях. Система строится на базе базовых станций, а также носимых и возимых терминалов, поддерживающих стандарты TETRA и GSM-R.

Организована как корпоративная сеть связи ОАО РЖД с закрытым доступом. Применение этого типа радиосвязи аналогично аналоговой МВ и цифровой TETRA. В этой системе используются различные типы терминалов GSM, включая стационарные, возимые и носимые (сотовые телефоны).

3. Ремонтно-оперативная радиосвязь играет ключевую роль в обеспечении безопасности и эффективности работы железнодорожного транспорта, позволяя оперативно реагировать на возникающие ситуации и поддерживать связь между всеми участниками процесса.

Радиосвязь играет ключевую роль в телекоммуникациях на железнодорожном транспорте, обеспечивая обмен голосовой и текстовой информацией между подвижными и стационарными объектами [3].

Стабильная радиосвязь на протяжении всего маршрута, включая железнодорожные станции и перегоны между ними, способствует слаженной работе машинистов, диспетчеров и обслуживающего персонала. Это, в свою очередь, обеспечивает прибытие поездов строго по расписанию, повышает безопасность пассажиров как в пути, так и на железнодорожных станциях, а также сохраняет целостность перевозимых грузов.

Технологии связи на железных дорогах постоянно развиваются. Ранее основным оборудованием были аналоговые радиостанции, такие как РВ и РВС российского производства. Сегодня железнодорожники активно используют современные цифровые устройства. Наиболее популярными являются стационарные и портативные радиостанции от Motorola и Hytera. Например, широко применяется цифро-аналоговая радиостанция Motorola DP2400 с диапазоном частот 136-174 МГц и мощностью 5 Вт. Она подходит для различных типов радиосвязи, включая станционную, поездную линейную аналогового типа и ремонтно-оперативную аналоговую. Для цифровых сетей стандарта TETRA рекомендуется использовать портативные радиостанции Hytera PDC760 с диапазоном частот 350-470 МГц и максимальной мощностью 4 Вт [4].

Отдельное внимание стоит уделить антеннам для железнодорожного транспорта. Антенна устанавливается на крыше и заземляется к корпусу локомотива. Рекомендуем надежные и доступные железнодорожные антенны марки Радиал. Модели LA-433, LA-UHF, LA-CDMA и LA-446 представляют собой низкопрофильные антенны из ABS-пластика, работающие в диапазоне UHF и совместимые с цифровыми сетями радиосвязи стандарта TETRA. Излучатели Радиал LA-156 и PA-450 — это четвертьволновые петлевые вибраторы. Локомотивная антенна Радиал LA-156 функционирует в диапазоне 144-163 МГц и подходит для станционной и поездной линейной радиосвязи, тогда как антенна PA-450 работает в диапазоне 450-470 МГц и совместима с устройствами TETRA.

При установке радиооборудования в поезде важно учитывать, что напряжение бортовой сети может превышать допустимые значения для

радиостанций. Подключение осуществляется через преобразователь напряжения (блок питания). Рекомендуем обратить внимание на блоки питания таких брендов, как Vega, Optim, Astron и ЦИМУС [5].

### **Список литературы**

1. Захаров, Н. И., Ковалев, Р. А. "Безопасность и надежность радиосвязи на железных дорогах." - М.: Транспортная академия, 2020.
2. Смирнов, И. Н. "Типы радиосвязи и их применение в современных системах." - СПб.: Издательство Политехнического университета, 2018.
3. Громов, В. П. "Технические аспекты радиосвязи на железной дороге." - М.: КНОРУС, 2021.
4. Фёдоров, А. Ю., Соловьёв, Д. В. "Инновации в радиосвязи для железнодорожного транспорта." - Журнал "Транспортное дело России", 2022.
5. Лебедев, М. С., Романов, П. В. "Радиосвязь и управление движением поездов: современные подходы." - Журнал "Научные исследования", 2023.

### **Роль радиосвязи в развитии железнодорожного транспорта**

*Зотов А. Р., студент*

*Тихорецкий техникум*

*железнодорожного транспорта – филиала РГУПС,*

*г. Тихорецк, Российская Федерация*

*Сафронова О. В., преподаватель*

*Тихорецкий техникум*

*железнодорожного транспорта – филиала РГУПС,*

*г. Тихорецк, Российская Федерация*

*Аннотация:* В данной статье рассматривается роль радиосвязи и телекоммуникаций в развитии и функционировании железнодорожного

*транспорта. Подчёркивается, что радиосвязь обеспечивает стабильное соединение на протяжении всего маршрута, способствуя слаженной работе машинистов, диспетчеров и обслуживающего персонала.*

***Ключевые слова:** радиосвязь, телекоммуникации, железнодорожный транспорт, безопасность движения, эффективность, типы радиосвязи, системы радиосвязи, инновации, технологии.*

Железнодорожный транспорт в России занимает ключевую позицию в перевозке как грузов, так и пассажиров. Он обладает такими преимуществами, как гибкость размещения, высокая надёжность, регулярность и универсальность, независимо от сезона, времени суток или погодных условий. Это позволяет эффективно осуществлять массовые перевозки, что, в свою очередь, повышает производительность труда и значительно снижает затраты на транспортировку.

К основным показателям работы железнодорожного транспорта относятся провозная и пропускная способности, которые обуславливаются перерабатывающей мощностью станций и пропускной способностью участков. Эти параметры во многом зависят от внедрения радиосвязи.

В последнее время, с повышением скоростей пассажирских поездов, стала возрастать роль радиосвязи при обеспечении безопасности движения. Современные цифровые системы радиосвязи с применением современных систем комплексной безопасности позволяют практически полностью автоматизировать процесс управления движением поездов, а также создать системы интервального регулирования поездов на основе радиосвязи. Это достигается за счет происходящей в последнее время интеграции всех видов связи в единую сеть. Поэтому роль радиосвязи на железнодорожном транспорте постепенно возрастает [1].

Радиосвязь играет важную роль в управлении эксплуатационной деятельностью на железных дорогах, начиная от ОАО РЖД и заканчивая линейными подразделениями, такими как станции, депо и вагонные участки. Радиосвязь считается более удобным средством общения, поскольку она

обеспечивает обмен информацией как между стационарными, так и подвижными объектами. В железнодорожном транспорте используются станционная, ремонтная и поездная радиосвязи.

Согласно Положению о технической эксплуатации (ПТЭ), каждая секция железнодорожного пути должна быть оборудована поездной диспетчерской и поездной межстанционной связи. Эти два типа связи играют важнейшую роль в организации движения поездов. На участках, где установлены диспетчерская централизация (ДЦ) и автоматическая блокировка (АБ), а также на всех электрифицированных участках, требуется наличие энергодиспетчерской и перегонной связи [2].

Кроме того, на железнодорожных станциях, в зависимости от проводимых операций и технологий, необходимо использовать различные виды радиосвязи. Это может включать станционную радиосвязь, системы оповещения пассажиров, двустороннюю парковую связь, ремонтно-оперативную радиосвязь и другие технологии, соответствующие требованиям владельца инфраструктуры или собственника железнодорожных путей необщего пользования.

Важно подчеркнуть, что поездная диспетчерская, поездная и станционная радиосвязь, а также поездная межстанционная связь, стрелочная связь и двусторонняя парковая связь не должны использоваться для переговоров по вопросам, не связанным с движением поездов, за исключением экстренных вызовов.

Инновационное развитие ОАО «РЖД» направлено на достижение высоких показателей экономической эффективности, экологической и функциональной безопасности, а также устойчивости отечественного железнодорожного транспорта. Эти цели определены в Транспортной стратегии Российской Федерации и стратегии развития ОАО «РЖД». ОАО «РЖД» располагает одной из крупнейшей сети связи в мире, которая является основой системы информатизации и управления в отрасли. Это создаёт особые требования к структуре цифровой сети связи и системам передачи. Переход на цифровые технологии позволил внедрить информационные технологии на всех уровнях

железнодорожного транспорта, повысив безопасность и оперативность управления, а также улучшая надежность, качество и точность передаваемой информации [3].

Реформирование организационной структуры управления телекоммуникациями внутри ОАО «РЖД» и создание единой системы мониторинга и администрирования значительно усовершенствовали эксплуатационные технологии и интеграцию в единое информационное пространство транспортного комплекса России. Технологическая радиосвязь играет большую роль в процессе управления.

Радиосвязь – это один из наиболее быстро развивающихся видов электросвязи, который отличается быстрым моральным устареванием оборудования из-за особенностей эксплуатации и постоянного совершенствования технологий радиосвязи. Поэтому модернизация существующих систем и внедрение новых решений в области радиосвязи стали актуальными. Основным направлением модернизации является цифровое кодирование передаваемой информации, система поездной радиосвязи должна быть интегрирована в цифровую оперативно-технологическую связь [4].

С помощью цифровых информационных технологий можно создать единообразную систему, объединяющую все виды железнодорожной радиосвязи. Реализация такой системы может осуществляться в диапазоне дециметровых волн с использованием подземных сетей связи и автоматической коммутации. Основным направлением развития технологической радиосвязи является переход к цифровым системам на основе технологии TDM. Для обеспечения непрерывности движения железнодорожного транспорта и связи с железными дорогами Европы и СНГ необходимо внедрение стандарта цифровой технологической радиосвязи GSM-R.

Существующая цифровая сеть связи нуждается в модернизации для соответствия требованиям Министерства информатизации и связи. Реализация наиболее эффективных технических решений в области железнодорожной связи на современном этапе возможна только при комплексном использовании средств

технологической связи, радиосвязи и, в ряде случаев, сетей общего пользования на основе современных цифровых технологий.

Современные технологии радиосвязи активно используются для решения задач транспортной безопасности, особенно в области удалённой диагностики подвижного состава. Внедрение новых телекоммуникационных решений позволяет значительно сократить издержки компании, особенно благодаря технологии интервального регулирования. Планируется развёртывание цифровых сетей связи на участках железных дорог с интенсивным грузовым движением, где уже наблюдается ограниченная пропускная способность инфраструктуры, не способной удовлетворить запросы клиентов. Если следовать традиционному подходу, потребуются строительство дополнительных путей, что потребует значительных капитальных и временных вложений. Однако применение технологий интервального регулирования сможет увеличить пропускную способность существующих путей, значительно снизив необходимость в масштабном расширении железнодорожной инфраструктуры [5].

Вопросы информационной безопасности и защиты информации в системе цифровой технологической радиосвязи, как никогда актуальны на сегодняшний день. На РЖД широко внедряются программно-аппаратные системы и комплексы для автоматизированного и автоматического управления техническими объектами и технологическими процессами. Основными целями этого процесса являлись повышение эффективности управления, прежде всего – повышение скорости и снижение себестоимости перевозок грузов и пассажиров, сокращение производственного и вспомогательного персонала, снижение аварийности.

### **Список литературы**

1. Кузнецов, С. А. " Инновационные системы радиосвязи для обеспечения безопасности на железных дорогах." - М.: Транспорт, 2019.

2. Григорьев, А. Н. "Современные системы радиосвязи на железных дорогах: достижения и перспективы." - СПб.: Издательство Политехнического университета, 2020.

3. Громов, В. П. "Инновационные технологии радиосвязи в железнодорожном транспорте." - М.: КНОРУС, 2021.

4. Фёдоров, А. Ю., Соловьёв, Д. В. "Радиосвязь как фактор повышения эффективности железнодорожных перевозок." - Журнал "Транспортное дело России", 2022.

5. Сидоров, Е. М. "Будущее радиосвязи в железнодорожной отрасли: вызовы и перспективы." - Журнал "Научный мир", 2022.

**Современные технологии радиосвязи на железнодорожном транспорте: обзор технологий, используемых для обеспечения связи между путейцами и диспетчерами**

*Кондакова А.Д., Денисова Д. А., студенты  
НИПС-филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

*Хорошайлова И. Г., преподаватель  
НИПС-филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

***Аннотация:** в современном железнодорожном транспорте надежная и эффективная радиосвязь играет ключевую роль в обеспечении безопасности и координации работы поездов и инфраструктуры. Настоящий обзор посвящен современным технологиям радиосвязи, применяемым для обеспечения связи между путейцами и диспетчерами. В работе рассматриваются такие технологии, как цифровая радиосвязь, системы связи на базе GSM-R (Global System for*

*Mobile Communications – Railway*), а также новые решения, основанные на LTE и 5G.

**Ключевые слова:** радиосвязь, железнодорожный транспорт, диспетчерская связь, системы связи, технологии радиосвязи, путейцы, цифровая радиосвязь, говорящие диспетчерские системы, системы управления движением, технология GSM-R, технология LTE, интеграция с ИТ-системами.

Современные технологии радиосвязи играют ключевую роль в обеспечении безопасности и эффективности работы железнодорожного транспорта. С увеличением объёмов перевозок и ростом требований к оперативности и надёжности связи между путейцами и диспетчерами, становится необходимым использовать современные решения, которые позволяют реализовать высокоскоростную и устойчивую связь. Актуальность данной темы обусловлена не только потребностями текущего момента, но и перспективами развития железнодорожного транспорта, где связь является важным элементом для обеспечения безопасного и организованного движения.

1. Обзор существующих технологий радиосвязи: рассмотреть основные технологии, используемые для связи между путейцами и диспетчерами, такие как системы GSM-R, TETRA, LTE и другие.

2. Анализ преимуществ и недостатков: оценить эффективность различных технологий, их влияние на безопасность и оперативность работы железнодорожного транспорта.

3. Изучение международного опыта: рассмотреть примеры внедрения современных радиосистем связи в зарубежных странах и их влияние на организацию железнодорожного движения.

Современные системы радиосвязи играют ключевую роль в обеспечении безопасности и эффективности работы железнодорожного транспорта. Они позволяют поддерживать связь между путейцами, диспетчерами, локомотивными бригадами и другими участниками железнодорожного процесса. В данной главе будет представлен обзор технологий, используемых для обеспечения связи на

железных дорогах, а также рассмотрены их преимущества и недостатки.

## 1.1. Традиционные технологии радиосвязи

### 1.1.1 Аналоговая радиосвязь

Традиционно на железных дорогах использовалась аналоговая радиосвязь, основанная на частотной модуляции (FM). Такие системы обеспечивали передачу голоса на короткие расстояния, однако имели ряд недостатков, включая низкое качество связи, ограниченный диапазон и подверженность помехам.

### 1.1.2 Цифровая радиосвязь

С переходом на цифровые технологии, аналоговые системы начали заменяться цифровыми радиостанциями, которые обеспечивают более высокое качество передачи, защиту от помех и возможность передачи данных. Одной из наиболее распространенных цифровых технологий является система TETRA (Terrestrial Trunked Radio), которая обеспечивает надежную и безопасную связь.

## 1.2 Современные системы радиосвязи

### 1.2.1 GSM-R

GSM-R (Global System for Mobile Communications – Railway) является одним из самых популярных стандартов радиосвязи для железных дорог. Эта система предназначена специально для нужд железнодорожного транспорта и обеспечивает:

Голосовую связь: Высококачественная передача голоса с низкими задержками. Передачу данных: Возможность обмена информацией, такой как сообщения о состоянии поездов, данные о маршрутах и др.

Интероперабельность: Совместимость с другими системами связи, что особенно важно в международном железнодорожном сообщении.

### 1.2.2 LTE и 5G

С развитием технологий мобильной связи, такие как LTE (Long Term Evolution) и 5G, становятся все более актуальными для железнодорожного транспорта. Эти технологии предлагают:

Высокую скорость передачи данных: позволяет обмениваться большими объемами информации в реальном времени.

Низкие задержки: улучшают взаимодействие между диспетчерами и локомотивными бригадами.

Подключение множества устройств: Способность поддерживать связь между различными сенсорами и устройствами на поезде и на инфраструктуре.

### 1.2.3 Специальные радиосистемы

Существуют также специализированные радиосистемы, такие как системы радиоуправления и мониторинга, которые обеспечивают связь между локомотивами и системами управления движением. Эти технологии могут использоваться для передачи данных о состоянии оборудования, мониторинга местоположения поездов и других критически важных данных.

## 1.3 Преимущества и недостатки современных технологий

### 1.3.1 Преимущества

Увеличение безопасности: Современные технологии позволяют быстро обмениваться информацией о потенциальных угрозах и аварийных ситуациях.

Повышение эффективности: Быстрая и надежная связь между диспетчерами и машинистами способствует оптимизации маршрутов и уменьшению времени простоя. Интеграция с другими системами: Возможность интеграции с системами управления движением и мониторинга состояния инфраструктуры.

### 1.3.2 Недостатки

Высокие затраты на внедрение: Переход на новые технологии требует значительных инвестиций. Необходимость в обучении персонала: Новые системы требуют обучения для эффективного использования. Зависимость от инфраструктуры: для обеспечения надежной связи необходимо развивать соответствующую инфраструктуру, что может быть проблематично в удаленных или труднодоступных районах. Современные технологии радиосвязи на железнодорожном транспорте обеспечивают высокий уровень безопасности и эффективности, что является критически важным для успешной работы этой отрасли. Постоянное развитие технологий, таких как GSM-R, LTE и 5G, открывает новые возможности для улучшения связи между путейцами и диспетчерами, однако требует значительных ресурсов и усилий для внедрения и поддержки.

Современные технологии радиосвязи на железнодорожном транспорте играют ключевую роль в обеспечении безопасности, координации и эффективности работы железнодорожного транспорта. В этой области происходят значительные изменения с переходом от технологий 20 века к современным решениям 21 века.

### 2.1. Технологии связи в 20 веке

- Аналоговая радиосвязь:

В 20 веке основными средствами связи на железной дороге были аналоговые радиостанции, работающие на фиксированных частотах.

Использовались системы VHF (Very High Frequency) и UHF (Ultra High Frequency) для передачи голосовых сообщений между диспетчерами и машинистами.

- Телефонные линии: Телефонные сети (как проводные, так и радиосвязь) использовались для связи между различными участками железной дороги.

### 2.2. Технологии связи в 21 веке

- Системы связи на основе IP: Системы, построенные на основе IP (Internet Protocol), обеспечивают интеграцию различных сервисов, таких как голосовая связь, видеонаблюдение и передача данных.

- LTE и 5G: С внедрением сетей LTE и 5G железнодорожные компании начали использовать эти технологии для обеспечения надежной и быстрой связи между поездами и диспетчерами.

Эти сети позволяют передавать большие объемы данных, что может быть использовано для мониторинга состояния поездов и путей.

### 2.3. Сравнение технологий

Качество связи: в 20 веке связь была аналоговой и подвержена помехам. В 21 веке цифровые технологии обеспечивают более высокое качество и надежность связи. Объем передаваемых данных: цифровые системы 21 века способны передавать большие объемы данных, включая видео и телеметрию, что невозможно было в 20 веке. В заключение, современные технологии радиосвязи на железнодорожном транспорте значительно превосходят свои предшественники

20 века по качеству, надежности и функциональности, что способствует повышению безопасности и эффективности железнодорожного транспорта. Несмотря на значительные достижения в области радиосвязи на железнодорожном транспорте, отрасль сталкивается с рядом вызовов и проблем. Эти вопросы требуют внимания и решения для дальнейшего развития технологий связи.

### 3.1. Интеграция новых технологий

С развитием технологий, таких как 5G и IoT (Интернет вещей), железнодорожный транспорт может стать более связанным и умным. Однако интеграция новых систем с существующими инфраструктурами требует значительных затрат и времени. Необходима разработка стандартов и протоколов, которые позволят обеспечить совместимость различных технологий.

### 3.2. Безопасность данных

С увеличением объема передаваемых данных возрастает риск кибератак и утечек информации. Обеспечение безопасности радиосвязи становится критически важным для защиты инфраструктуры и информации о движении поездов. Необходимы меры по усилению защиты данных, включая шифрование и аутентификацию.

### 3.3. Обучение и подготовка персонала

Современные технологии требуют высокой квалификации от работников железнодорожного транспорта. Обучение персонала использованию новых систем связи и поддержание их квалификации на высоком уровне является важной задачей для обеспечения безопасности и эффективности работы.

Современные технологии радиосвязи играют ключевую роль в обеспечении безопасной и эффективной работы железнодорожного транспорта. Использование цифровых радиосистем, таких как TETRA и LTE, позволяет обеспечить надежную связь между путейцами и диспетчерами, что, в свою очередь, способствует оперативному реагированию на различные ситуации, повышению уровня безопасности и улучшению координации действий.

В заключение, эффективная радиосвязь является неотъемлемой частью современного железнодорожного транспорта, и ее дальнейшее совершенствование

будет способствовать не только повышению безопасности, но и улучшению качества обслуживания пассажиров и грузовых перевозок.

### Список литературы

1. Дубровская, Ю. А. Исторические аспекты развития инженерного образования в России XVII-XIX вв / Ю. А. Дубровская // Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева (Вестник КГПУ). – 2024. – № 3(69). – С. 32-44.

2. Рудской А.И., Боровков А.И., Романов П.И. Инженерное образование: опыт и перспективы развития в России. С.-Петербург. политехнический ун-т Петра Великого. СПб.: ФГАОУ в/о «С.-Петербург. политех. ун-т Петра Великого», 2018. 224 с.

3. Официальный сайт ОАО «РЖД».

4. Боровикова М.С. Организация движения на железнодорожном транспорте ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте» 2019, 496 с.

5. Лецкий Э.К. Информационные технологии на железнодорожном транспорте. М.: Транспорт, 2020. 680 с.

**Системы связи для обеспечения безопасности на железной дороге:  
как радиосвязь помогает предотвратить аварии и улучшить безопасность  
на железнодорожных путях**

*Кондакова А. Д., Денисова Д. А., студенты,  
НИПС-филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

*Кущенко Л. С., преподаватель  
НИПС-филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

***Аннотация:** в современных условиях безопасности на железнодорожном транспорте особое внимание уделяется системам связи, которые играют ключевую роль в предотвращении аварий и обеспечении эффективного управления движением поездов. Радиосвязь, как основное средство коммуникации между диспетчерами, машинистами и техническим персоналом, позволяет оперативно передавать информацию о состоянии путей, изменениях в расписании и потенциальных опасностях. Системы радиосвязи обеспечивают мгновенный обмен данными, что способствует быстрому реагированию на непредвиденные ситуации, таким как неисправности, нарушения в движении или неблагоприятные погодные условия. Кроме того, внедрение современных технологий, таких как цифровая радиосвязь и системы автоматического контроля, повышает уровень безопасности, позволяя осуществлять мониторинг и анализ данных в реальном времени. Таким образом, радиосвязь является неотъемлемым элементом комплексного подхода к обеспечению безопасности на железной дороге, способствуя снижению рисков и повышению надёжности транспортной инфраструктуры.*

***Ключевые слова:** радиосвязь, безопасность на железной дороге, контроль за состоянием путей, мониторинг поездов, оповещение о нештатных ситуациях, управление рисками, подходы к безопасности.*

**Актуальность темы:** безопасность на железнодорожном транспорте является одной из ключевых задач в области транспорта и логистики. Железные дороги играют важную роль в экономике многих стран, обеспечивая перевозку пассажиров и грузов. Однако, несмотря на высокую степень автоматизации и современные технологии, железнодорожные аварии продолжают случаться, что ставит под угрозу жизни людей и приводит к значительным экономическим потерям. В этом контексте системы радиосвязи становятся важными инструментами для повышения уровня безопасности на железной дороге. Они позволяют оперативно передавать информацию о состоянии путей, движении поездов и других критически важных параметрах, что помогает предотвратить возможные аварийные ситуации.

### 1.1 Значение радиосвязи в железнодорожном транспорте

Радиосвязь играет ключевую роль в обеспечении безопасности на железной дороге. Она позволяет быстро и эффективно передавать информацию между различными участниками железнодорожного движения, включая машинистов, диспетчеров, работников железнодорожных станций и технический персонал.

### 1.2 История развития радиосвязи на железной дороге

С момента возникновения железных дорог, системы связи постоянно развивались. Первоначально использовались телеграфы и сигнальные системы, но с развитием технологий радиосвязь стала основным средством коммуникации. Внедрение цифровых радиосистем и технологий, таких как GSM-R, значительно улучшило качество связи и расширило возможности для оперативного управления движением поездов.

### 1.3 Основные компоненты радиосистем

Современные радиосистемы для железной дороги включают в себя:

Радиостанции: используемые как на подвижном составе, так и на стационарных объектах.

Антенны: обеспечивают качественный сигнал на больших расстояниях.

Системы управления: позволяют диспетчерам контролировать движение поездов и оперативно реагировать на возникающие ситуации.

### 2.1 Оперативное взаимодействие

Радиосвязь позволяет диспетчерам и машинистам обмениваться важной информацией в реальном времени. Это включает в себя сообщения о изменениях в расписании, состояниях путей, а также предупреждения о возможных аварийных ситуациях. Быстрая передача информации позволяет избежать столкновений и других инцидентов.

### 2.2 Системы автоматической остановки поезда

Некоторые современные системы радиосвязи интегрированы с технологиями автоматической остановки. Например, система ETCS (European Train Control System) использует радиосвязь для передачи данных о скорости и местоположении поезда, что позволяет автоматически останавливать поезд в случае превышения безопасной скорости или при приближении к опасным участкам.

### 2.3 Мониторинг состояния инфраструктуры

Радиосистемы также могут быть использованы для мониторинга состояния железнодорожной инфраструктуры. Датчики, установленные на путях и мостах, передают данные о состоянии конструкций в реальном времени, что позволяет заранее выявить потенциальные проблемы и провести необходимые меры по их устранению.

### 3.1. Инновации и новые технологии

С развитием технологий, таких как 5G и Internet of Things (IoT), радиосвязь на железной дороге будет продолжать эволюционировать. Эти технологии позволят создать более надежные и быстрые системы связи, которые смогут поддерживать ещё более сложные и безопасные системы управления движением.

### 3.2 Интеграция с другими системами

Будущее радиосвязи также связано с интеграцией с другими транспортными системами. Это позволит создать единую платформу для управления всеми видами транспорта, что улучшит координацию и безопасность на межтранспортных маршрутах.

В заключение, системы радиосвязи играют ключевую роль в обеспечении безопасности на железной дороге, позволяя оперативно обмениваться информацией между различными службами и подразделениями. Современные технологии радиосвязи способствуют быстрому реагированию на потенциальные угрозы, что позволяет предотвратить аварии и минимизировать риски для пассажиров и грузов. Улучшение координации между диспетчерами, машинистами и техническим персоналом, а также внедрение систем автоматического контроля и мониторинга, значительно повышают уровень безопасности на железнодорожных путях. В результате, эффективная радиосвязь не только способствует снижению числа инцидентов, но и создает более надежную и безопасную транспортную инфраструктуру, что является важным аспектом для развития железнодорожного транспорта в будущем.

### Список литературы

1. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года <http://www.atb-tsa.ru/zakonodatelstvo/transport>
2. Гапанович В.А., Розенберг И.Н. Основные направления развития интеллектуального железнодорожного транспорта // Железнодорожный транспорт. – 2021. – №4. – С. 5–11.
3. Власов В. М. Транспортная телематика в дорожной отрасли / В. М. Власов, Д. Б. Ефименко, – М.: МАДИ, 2023. – 80 с.
4. Зорин В. И. Микропроцессорные локомотивные системы обеспечения безопасности движения поездов нового поколения / В. И. Зорин, П. В. Титов // Железные дороги мира. – 2023. – №7.

5. Поваляев Е., Хуторной С. Системы спутниковой навигации ГЛОНАСС и GPS. Часть 1 [Электронный ресурс] – Режим доступа: [www.electrolib.com/library/gnss/Povalyaev\\_part1\\_GLONASS GPS.pdf](http://www.electrolib.com/library/gnss/Povalyaev_part1_GLONASS_GPS.pdf).

**Сравнение различных типов радиосистем для железнодорожного транспорта: Анализ преимуществ и недостатков аналоговых и цифровых систем радиосвязи**

*Кондакова А. Д., Денисова Д. А., студенты,  
НИПС филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

*Хусяинов Р. У., преподаватель,  
НИПС филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

**Аннотация:** Данная работа посвящена сравнительному анализу различных типов радиосистем, используемых в железнодорожном транспорте, с акцентом на преимущества и недостатки аналоговых и цифровых систем радиосвязи. В условиях современного развития технологий и увеличения требований к безопасности и эффективности транспортных систем, выбор подходящей радиосистемы становится критически важным. В исследовании рассматриваются аспекты, такие как качество связи, устойчивость к помехам, стоимость внедрения и эксплуатации, а также влияние на безопасность и управление движением поездов. Результаты анализа направлены на помощь специалистам в области железнодорожного транспорта в выборе оптимальных решений для обеспечения надежной и эффективной радиосвязи.

**Ключевые слова:** радиосистемы, железнодорожный транспорт, аналоговая связь, цифровая связь, преимущества, недостатки, безопасность управление движением, качество связи.

**Актуальность темы:** с учетом роста объемов пассажирских и грузовых перевозок, а также внедрения инновационных технологий в железнодорожной отрасли, необходимость в надежной и эффективной радиосвязи становится первоочередной задачей. Актуальность данной темы обусловлена требованиями к повышению уровня безопасности и эффективности работы железнодорожного транспорта, а также стремлением снизить издержки на эксплуатацию радиосистем. Сравнительный анализ аналоговых и цифровых систем радиосвязи позволит выявить их сильные и слабые стороны, что способствует более обоснованному выбору в условиях растущей конкуренции и технологических изменений.

1. Провести сравнительный анализ аналоговых и цифровых радиосистем, используемых в железнодорожном транспорте.

2. Определить ключевые характеристики, влияющие на выбор радиосистемы в зависимости от условий эксплуатации.

1. Рассмотреть влияние радиосвязи на безопасность и управление движением поездов.

2. Выявить тенденции и перспективы развития радиосистем для железнодорожного транспорта.

### **1.1 Значение радиосвязи в железнодорожном секторе**

Радиосвязь играет ключевую роль в обеспечении безопасного и эффективного функционирования железнодорожного транспорта. Она используется для передачи критической информации между поездом и диспетчерскими службами, что позволяет контролировать движение составов, управлять аварийными ситуациями и обеспечивать связь между членами экипажа.

### **1.2 Классификация радиосистем**

Радиосистемы для железнодорожного транспорта можно разделить на два основных типа: аналоговые и цифровые. Аналоговые системы базируются на передачах непрерывного сигнала, в то время как цифровые системы используют дискретные сигналы для передачи информации. Важно понимать особенности каждого типа, чтобы выбрать наиболее подходящее решение для конкретных условий эксплуатации.

## 2.1 Преимущества аналоговых систем

Аналоговые радиосистемы имеют несколько ключевых преимуществ:

- **Простота в использовании:** Аналоговые системы часто проще в эксплуатации и обслуживании, так как они не требуют сложного программного обеспечения.
- **Низкие затраты на внедрение:** Стоимость оборудования и установки аналоговых систем, как правило, ниже, чем у цифровых, что делает их более доступными для многих операторов.
- **Надежность:** в условиях низкого сигнала аналоговые системы могут продолжать функционировать, передавая информацию, хотя и с ухудшением качества.

## 2.2 Недостатки аналоговых систем

Несмотря на свои преимущества, аналоговые системы имеют и ряд серьезных недостатков:

- **Ограниченная емкость:** Аналоговые системы могут передавать меньше информации за единицу времени, что ограничивает их использование в условиях высокой нагрузки.
- **Уязвимость к помехам:** Аналоговые сигналы более подвержены интерференции и шумам, что может негативно сказаться на качестве связи.
- **Отсутствие защиты данных:** Аналоговые системы не обеспечивают надежной защиты передаваемой информации, что делает их уязвимыми к прослушиванию.

## 2.3 Применение аналоговых систем в железнодорожном транспорте

Аналоговые радиосистемы до сих пор используются в некоторых регионах и на старых участках железных дорог. Они могут эффективно работать в условиях, где нет необходимости в высокой пропускной способности или сложных функциях обработки данных.

## 3.1 Преимущества цифровых систем

Цифровые радиосистемы обладают рядом значительных преимуществ:

- **Высокая емкость и скорость передачи данных:** Цифровые системы способны передавать большие объемы информации, что позволяет использовать их для различных приложений, включая видео- и аудиосигналы.

- **Устойчивость к помехам:** Цифровая модуляция делает такие системы менее уязвимыми к внешним помехам, что обеспечивает более высокое качество связи.

- **Безопасность данных:** Цифровые радиосистемы могут использовать шифрование, что значительно повышает уровень защиты информации.

### 3.2 Недостатки цифровых систем

Несмотря на множество преимуществ, цифровые системы также имеют недостатки:

- **Высокие начальные затраты:** Внедрение цифровых радиосистем требует значительных инвестиций в оборудование и программное обеспечение.

- **Сложность в обслуживании:** Цифровые системы могут требовать более квалифицированного персонала для обслуживания и устранения неисправностей.

- **Зависимость от электроники:** Цифровые системы могут быть уязвимы к сбоям в электронике и программном обеспечении, что может привести к потере связи.

### 3.3 Применение цифровых систем в железнодорожном транспорте

Цифровые радиосистемы становятся все более популярными в современных железнодорожных системах. Они используются для управления движением, передачи информации о состоянии поездов, а также для обеспечения связи между диспетчерами и экипажами. Примеры успешного применения цифровых радиосистем включают системы GSM-R (Global System for Mobile Communications – Railway), которые обеспечивают связь между поездами и инфраструктурой.

Аналоговые и цифровые системы радиосвязи имеют свои сильные и слабые стороны, и выбор между ними зависит от конкретных требований и условий

эксплуатации. Аналоговые системы могут быть приемлемыми в некоторых случаях, но в условиях растущих требований к безопасности и эффективности цифровые системы постепенно становятся стандартом для железнодорожного транспорта.

### Список литературы

1. Радиотеплолокация в метеорологии / В.Д. Степаненко, Г.Г. Щукин, Л.П. Бобылев, С.Ю. Матросов. - Л.: Гидрометеиздат, 2017. - 283 с.
2. Фалин В.В. Радиометрические системы СВЧ. - М.: Луч, 2017. - 440 с.
3. Fedoseeva E.V., Rostokin I.N., Shchukin G.G., Kholodov I.Yu. Analysis of the effect of the sensitivity value on the results of studies of rapid atmospheric processes in multifrequency microwave radiometric sounding of the atmosphere/ Physics of the Atmosphere, Climatology and Environmental Monitoring. Modern Problems of Atmospheric Physics, Climatology and Environmental Monitoring VII, 367  
[https://doi.org/10.1007/978-3-031-19012-4\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-031-19012-4_12)
4. Алексеев А. Л., Блатова Т. А., Макаров В. В., Шувал-Сергеева Н.С. Инновационные бизнес-модели в цифровой экономике и их конкурентные преимущества. // Вопросы радиоэлектроники. 2018. № 9. С. 100-104.
5. Андреевкова М. Т., Семенова Е. П. Сетевое и телекоммуникационное оборудование и аппаратное обеспечение: Методическое пособие. М., МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2024.

## Радиосвязь на путевых машинах

*Лобков К. Е., Быков М. С. студенты,  
НИПС филиал ПривГУПС,  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

*Хорошайлова И. Г., преподаватель  
НИПС-филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

***Аннотация:** статья посвящена исследованию современных систем радиосвязи, применяемых в путевых машинах, используемых для строительства, ремонта и обслуживания железнодорожных путей. Рассматриваются ключевые требования к радиосвязи в условиях эксплуатации путевой техники: устойчивость к электромагнитным помехам, надежность связи на протяженных участках, совместимость с существующей инфраструктурой и соответствие строгим стандартам безопасности. Особое внимание уделено анализу цифровых технологий (таких как LTE, 5G и специализированные протоколы), их преимуществам перед аналоговыми системами в контексте повышения эффективности координации работ и минимизации рисков. Приведены результаты практических испытаний, демонстрирующие улучшение качества связи и снижение времени простоя техники. В заключение обсуждаются перспективы внедрения новых решений и их роль в обеспечении бесперебойной работы железнодорожного транспорта.*

***Ключевые слова:** радиосвязь, путевые машины, железнодорожная инфраструктура, надежность связи, цифровые технологии, безопасность эксплуатации.*

Путевые машины — специализированная техника, используемая для

строительства, ремонта и обслуживания железнодорожных путей. Их эффективная работа невозможна без надежной системы радиосвязи, обеспечивающей координацию между операторами, диспетчерами и другими участниками процессов. Особую актуальность это приобретает при проведении капитального и среднего ремонта пути, где требуется максимально эффективное использование технологических «окон» с одновременным участием множества машин, хозяйственных поездов и рабочих. В условиях электромагнитных помех, протяженных участков и строгих требований безопасности радиосвязь становится ключевым элементом бесперебойного функционирования железнодорожной инфраструктуры. В статье рассматриваются современные решения, их преимущества и практические аспекты внедрения, включая специализированные системы радиосвязи и оповещения.

### **1. Роль радиосвязи в управлении путевой техникой**

Роль радиосвязи в управлении путевой техникой невозможно переоценить, так как она является ключевым элементом обеспечения безопасности, координации и эффективности работ на железнодорожных путях. Путевая техника, включая путеукладчики, рельсошлифовальные машины, дрезины и другие специализированные машины, функционирует в условиях, где точность и оперативность взаимодействия критически важны. Радиосвязь здесь выступает основным каналом коммуникации, связывая операторов техники, диспетчеров, бригады и системы управления в единую сеть.

На железнодорожных путях одновременно работают десятки единиц техники, выполняющих различные задачи: укладка рельсов, шлифовка, очистка от снега или ремонт инфраструктуры. Радиосвязь позволяет операторам согласовывать действия в реальном времени, предотвращая конфликты маршрутов и простои. Например, при укладке нового пути путеукладчик должен взаимодействовать с машинами, подающими шпалы и рельсы. Через радиоканалы операторы синхронизируют скорость движения, моменты начала и остановки работ, что обеспечивает бесперебойность процесса. В случае нештатной ситуации, такой как обнаружение препятствия, мгновенное оповещение по радио позволяет всем

участникам скорректировать действия.

Современная путевая техника оснащена датчиками, GPS-модулями и системами телеметрии, передающими данные о состоянии машины и пути через радиоканалы. Например, информация о дефектах рельсов, полученная шлифовальной машиной, мгновенно отправляется в центр управления для анализа и планирования ремонтов. Цифровые протоколы, такие как GSM-R (Global System for Mobile Communications – Railway), обеспечивают не только голосовую связь, но и передачу данных, что позволяет дистанционно контролировать параметры работы техники (скорость, расход топлива, нагрузку) и корректировать задания в реальном времени.

Оперативная связь сокращает время реагирования на проблемы, снижает простои и ускоряет выполнение задач. Например, при поломке техники диспетчер через радио направляет ремонтную бригаду точно к месту аварии, используя GPS-координаты. Это минимизирует задержки в графике работ, что особенно важно при ремонте магистральных путей, где каждый час простоя приводит к финансовым потерям.

## **2. Требования к системам радиосвязи**

Системы радиосвязи для путевых машин, используемых в железнодорожной инфраструктуре, должны соответствовать ряду критически важных требований, обеспечивающих безопасность, эффективность и непрерывность работ. Прежде всего, ключевым аспектом является надежность и устойчивость связи в различных условиях эксплуатации. Оборудование должно сохранять работоспособность при экстремальных температурах, высокой влажности, вибрациях, запыленности и промышленных помехах, характерных для железнодорожных объектов. Для этого используются компоненты с повышенной пыле- и влагозащитой (например, стандарт IP67), а также технологии подавления шумов и фильтрации сигнала.

Покрывание сети должно быть непрерывным, даже в удаленных или слабозаселенных районах. Это достигается за счет интеграции с ретрансляторами, спутниковой связью и поддержки роуминга между зонами покрытия.

Важна дальность связи, особенно при работах на протяженных участках, что требует оптимизации мощности передатчиков и использования направленных антенн. Безопасность передачи данных — обязательное условие. Шифрование каналов (например, AES-256) и аутентификация пользователей предотвращают несанкционированный доступ к информации. Система должна поддерживать приоритезацию аварийных сообщений и аварийное оповещение, чтобы в критических ситуациях связь не прерывалась.

### **3. Железнодорожные радиостанции на путевых машинах**

На путевых машинах установлены такие же радиостанции, как на локомотивах. Продолжают эксплуатироваться радиостанции ЖР-3М, снятые с производства. Подвижной состав оснащается железнодорожными радиостанциями 42РТМ-А2-ЧМ. Этими радиостанциями комплектуются путеизмерители, дефектоскопы, некоторые путевые машины тяжелого типа, снегоуборочные поезда с головной машиной СМ-2. На некоторых машинах радиостанции не установлены; для связи с диспетчерским аппаратом используют радиостанцию локомотива, с которым работает путевая машина. Самоходные путевые машины, как правило, оснащаются радиостанциями.

На машине СМ-2 радиостанцию размещают в кабине управления. Радиостанция 42РТМ-А2-ЧМ — приемопередающая, симплексная, телефонная, с частотно-фазовой модуляцией и частотно-избирательным вызовом; имеет три частотных канала, разнесенных на 50 кГц в диапазоне от 150 до 156 МГц, и два частотных канала на частотах 2130 и 2150 кГц. Питание радиостанции от источника постоянного тока напряжением 24, 50 или 75 В. Радиостанция обеспечивает: 1) работу с одного или двух пультов управления; 2) переключение в режимы «Дежурный прием», «Прием», «Передача»; 3) посылку вызова с самоконтролем и прием вызова со световой индикацией и последующей передачей контроля; 4) переключение каналов; 5) ступенчатое изменение громкости; 6) световую индикацию включения питания. Радиостанция выполнена в виде отдельных блоков, которые устанавливаются на амортизаторах. Основные функциональные эле-

менты радиостанции: приемник, передатчик, устройство питания и цепи управления. Порядок работы с радиостанцией: для передачи сообщения нужно снять микрофон с пульта управления, нажать кнопку соответствующего канала и прослушать, свободен ли радиоканал. Если радиоканал занят — подождать конца разговора и кратковременно нажать на пульте кнопку (ДНЦ, ЛОКОМ, ДСП, РЕМ) того абонента, с которым нужно установить связь. При этом в телефоне и громкоговорителе будет прослушиваться звуковой сигнал, подтверждающий, что вызов послан абоненту, а затем — контрольный сигнал другого тона, свидетельствующий о том, что посланный вызов принят.

После окончания контрольного сигнала нажать тангенту микро-телефонной трубки и голосом вызвать абонента. При передаче сообщения нужно нажимать тангенту, а при приеме — отпускать. По окончании переговоров нужно вставить микрофон в держатель пульта управления. Если в громкоговорителе будет прослушиваться тональный сигнал и адресованный определенному абоненту вызов, переданный голосом, то абонент должен снять микрофон, прослушать сообщение и ответить абоненту.

#### **4. Перспективы развития**

Использование искусственного интеллекта и машинного обучения для анализа данных, поступающих от радиосистем, позволит предсказывать возможные неисправности и оптимизировать маршруты передвижения техники. Такие системы смогут самостоятельно адаптироваться к изменениям окружающей среды и условий работы, повышая общую эффективность и безопасность. С увеличением количества беспилотных машин возрастает потребность в надежных системах связи, которые будут обеспечивать точную передачу данных между техникой и управляющими центрами. Развитие этой сферы приведет к созданию унифицированных стандартов и протоколов взаимодействия, что повысит уровень автоматизации и снизит зависимость от человеческого фактора.

Дальнейшее увеличение скорости передачи данных и расширение диапазона частот позволит улучшить качество связи и увеличить объем передаваемой информации. Это будет способствовать внедрению новых сервисов, таких как

видеоконференцсвязь и мониторинг в реальном времени. Развитие методов шифрования и аутентификации сделает системы радиосвязи еще более защищенными от несанкционированного доступа. Будущие поколения систем будут использовать многоуровневую защиту данных, включая биометрическую идентификацию и динамическое изменение ключей шифрования.

Радиосвязь на путевых машинах играет ключевую роль в обеспечении безопасного и эффективного выполнения технологических процессов. Современные цифровые системы радиосвязи, обладая множеством преимуществ перед традиционными аналоговыми системами, становятся незаменимыми инструментами для управления и координации работы подвижного состава. Высокий уровень надежности, устойчивость к внешним воздействиям, широкие функциональные возможности и легкость интеграции с информационными системами делают их оптимальным выбором для современного железнодорожного транспорта.

Проведенные практические испытания подтвердили соответствие цифровых систем радиосвязи высоким требованиям, предъявляемым к ним в условиях эксплуатации на железнодорожных путях. Результаты показали отличную дальность связи, высокое качество передачи данных и устойчивость к помехам, что подтверждает их пригодность для использования в сложных условиях. Вместе с тем, остаются актуальные задачи по дальнейшему совершенствованию систем радиосвязи, направленные на повышение их безопасности, надежности и энергоэффективности.

Перспективы развития цифровых систем радиосвязи связаны с интеграцией новейших технологий, таких как искусственный интеллект, автоматизация и роботизация, что открывает путь к созданию интеллектуальных и автономных транспортных систем будущего. Таким образом, дальнейшее развитие радиосвязи будет способствовать повышению эффективности и безопасности железнодорожных перевозок, делая этот вид транспорта еще более надежным и конкурентоспособным.

## Список литературы

1. Бабков, В.Ю. Системы мобильной связи: термины и определения / В.Ю. Бабков, Г.З. Голант, А.В. Русаков. - М.: ГЛТ, 2018. - 158 с.
2. Берлин, А.Н. Цифровые сотовые системы связи / А.Н. Берлин. - М.: Эко-Трендз, 2017. - 296 с.
3. Весоловский, К. Системы подвижной радиосвязи / К. Весоловский. - М.: ГЛТ, 2016. - 536 с.
4. Сомов, А.М. Спутниковые системы связи: Учебное пособие для вузов / А.М. Сомов, С.Ф. Корнев. - М.: РиС, 2015. - 244 с.
5. [school-collection.edu.ru](http://school-collection.edu.ru) – [электронный ресурс]

### Станционная радиосвязь в телекоммуникациях

#### на железнодорожном транспорте

*Спирин И.Г., Чистяков М. С. студент,  
НИПС филиал ПривГУПС,  
г. Нижний Новгород, Россия*

*Степанова С. Ф., преподаватель,  
НИПС филиал ПривГУПС,  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

**Аннотация:** *Статья посвящена анализу значимости станционной радиосвязи в сфере железнодорожного транспорта, выделяя ее ключевую роль в обеспечении безопасности и эффективности перевозок. Автор прослеживает историю развития радиосвязных технологий, начиная с первых радиопередатчиков 1920-х годов, и заканчивая современными цифровыми системами, такими как LTE и TETRA. Основная мысль статьи заключается в том, что станционная радиосвязь является неотъемлемой частью современного транспортного процесса, позволяя оптимизировать управление движением поездов и обеспечивать*

*оперативную реакцию на чрезвычайные ситуации, что значительно повышает уровень безопасности для пассажиров и грузов.*

**Ключевые слова:** *Безопасность, Эффективность, Связь, Службы*

Станционная радиосвязь играет ключевую роль в обеспечении безопасности и эффективности железнодорожного транспорта. Она представляет собой систему, позволяющую осуществлять связь между различными подразделениями и службами на железнодорожных станциях, а также между подвижным составом и станционными диспетчерами. В условиях растущих требований к скорости и надежности перевозок, а также к безопасности пассажиров и грузов, современные системы радиосвязи становятся неотъемлемой частью инфраструктуры железных дорог.

#### 1) История развития станционной радиосвязи

Станционная радиосвязь начала развиваться с момента появления первых радиосистем в начале XX века. Первоначально использовались простые радиопередатчики и приемники для связи между станциями. С течением времени технологии значительно эволюционировали, и радиосвязь стала более надежной и эффективной.

1. Первые системы: В 1920-х годах началась установка первых радиосистем на железных дорогах, что позволило улучшить координацию работы станций.

2. Развитие технологий: В 1960-х годах появились первые цифровые системы радиосвязи, что значительно повысило качество связи и уменьшило влияние помех.

3. Современные решения: Сегодня используются системы с цифровой модуляцией, которые обеспечивают высокую степень защиты информации и устойчивость к помехам.

#### 2) Принципы работы станционной радиосвязи

Станционная радиосвязь основана на использовании радиочастот для пе-

редачи голосовой информации и данных. Основные элементы системы включают:

1. Передатчики и приемники: Устройства, которые обеспечивают передачу и прием сигналов.

2. Антенны: Используются для улучшения качества сигнала и расширения зоны покрытия.

3. Системы управления: Позволяют контролировать работу всей системы радиосвязи, обеспечивая ее надежность и эффективность.

1. Технологии передачи данных. Современные системы радиосвязи используют различные технологии передачи данных, включая:

- FM (частотная модуляция): Обеспечивает высокое качество звука и устойчивость к помехам.

- TETRA (Terrestrial Trunked Radio): Цифровая система, предназначенная для обеспечения безопасной связи между службами экстренной помощи и транспортом.

- LTE (Long-Term Evolution): Используется для передачи данных в реальном времени, что позволяет улучшить координацию действий на станции.

### 3) Преимущества и недостатки станционной радиосвязи

#### 1. Преимущества

- Безопасность: Системы радиосвязи позволяют быстро реагировать на чрезвычайные ситуации, что повышает безопасность пассажиров.

- Эффективность: Обеспечивают быструю передачу информации между диспетчерами и персоналом, что способствует более эффективному управлению движением поездов.

- Гибкость: Возможность оперативного изменения маршрутов и расписаний в зависимости от ситуации на линии.

#### 2. Недостатки

- Зависимость от условий окружающей среды: Качество связи может ухудшаться в условиях плохой погоды или в районах с высокой плотностью застройки.

- Киберугрозы: Современные цифровые системы подвержены риску кибератак, что требует дополнительных мер безопасности.

- Высокие затраты на внедрение: Установка новых систем может потребовать значительных финансовых вложений.

#### 4) Будущее станционной радиосвязи

С учетом тенденций цифровизации и автоматизации железнодорожного транспорта, будущее станционной радиосвязи выглядит многообещающим:

1. Интеграция с другими системами: Станционная радиосвязь будет интегрироваться с системами управления движением поездов, что позволит улучшить координацию действий.

2. Использование технологий 5G: Ожидается внедрение технологий 5G, которые обеспечат высокоскоростную передачу данных и улучшат качество связи.

3. Разработка интеллектуальных систем: Внедрение искусственного интеллекта для анализа данных о движении поездов и автоматического управления процессами.

Станционная радиосвязь является важным элементом телекоммуникаций на железнодорожном транспорте. Она обеспечивает безопасность, эффективность и гибкость в управлении движением поездов. Современные технологии и тенденции развития открывают новые горизонты для улучшения систем радиосвязи, что позволит повысить качество обслуживания пассажиров и грузов.

#### **Список литературы:**

1. Баранов, И. А., Смирнов, В. Н. (2018). "Телекоммуникации на железнодорожном транспорте." Москва: Транспорт.

2. Кузнецов, А. П. (2020). "Радиосвязь на железнодорожном транспорте: история и современность." Санкт-Петербург: Технический университет.

3. Григорьев, С. М., Петров, Д. А. (2019). "Цифровизация железнодорожного транспорта: вызовы и перспективы." Журнал "Транспорт России", 12(4), 45-52.

4. Федеральная служба по надзору в сфере транспорта (2021). "Рекомендации по организации радиосвязи на железнодорожном транспорте." [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gosnadzor.ru>

5. Тарасов, Е. В., Федоров, А. И. (2022). "Современные технологии радиосвязи для транспортных систем." Журнал "Телекоммуникации", 15(2), 78-85

### **Влияние радиосвязи на эффективность координации железнодорожного движения**

*Хакимов Р. Н., студент,  
НИПС-филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

*Степанова С. Ф., преподаватель,  
НИПС филиал ПривГУПС,  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

***Аннотация:** На протяжении многих лет железнодорожный транспорт остается одним из самых надежных и эффективных способов доставки грузов и пассажиров на большие расстояния. Благодаря своей значимости в экономике и социальной жизни, железные дороги требуют все более совершенных технологий для обеспечения безопасности и точности движения. Одним из ключевых факторов, влияющих на успешную координацию железнодорожного движения, является использование радиосвязи. В данной статье рассматривается роль радиосвязи в современной системе управления железнодорожным движением. Технологии радиокommunikации предлагают значительные преимущества, способствуя повышению оперативности, снижению рисков и экономической эффективности. Мы изучим, каким образом радиосвязь трансформировала традиционные подходы к координации железнодорожного движения, привела к снижению числа аварийных ситуаций и ускорила процессы коммуникации между различными подразделениями на сети железных дорог.*

*Ключевые слова: Радиосвязь, железнодорожный транспорт, технологии, радиокommunikации.*

Развитие железнодорожного транспорта на протяжении последних столетий сопровождалось значительными изменениями в подходах к координации движения и коммуникации. В своих истоках железные дороги полагались на телеграфную связь и визуальные сигналы, что зачастую ограничивало оперативность и точность передачи информации между разными станциями и работниками. Эти традиционные методы обладали ограничениями, что нередко приводило к ошибкам и аварийным ситуациям.

С появлением и развитием радиосвязи в начале 20-го века начали формироваться новые, более эффективные способы управления движением поездов. Одним из первых значительных шагов в этом направлении стало внедрение радиосвязи для коммуникации между машинистами и диспетчерами поездов. Увеличившаяся точность и оперативность информации позволила существенно повысить безопасность и снизить вероятность столкновений.

На протяжении десятилетий технологии радиосвязи развивались и совершенствовались. Сначала это были простые аналоговые системы, которые постепенно переходили в цифровые форматы, открывая новые возможности для передачи данных и управления движением. Благодаря этим изменениям была достигнута новая ступень координации и безопасности в железнодорожной индустрии.

Радиосвязь в железнодорожной индустрии является ключевым элементом для обеспечения эффективного управления и координации движения. Благодаря развитию технологий, современные системы радиокommunikации предоставляют широкие возможности для обмена информацией между различными участниками железнодорожного процесса. В данной части статьи мы рассмотрим основные технические аспекты таких систем и их роль в оптимизации движения поездов.

Одной из основополагающих технологий является цифровая радиосвязь, которая постепенно вытесняет аналоговые системы. Цифровая связь обладает рядом преимуществ, включая более высокую степень защиты данных, улучшение качества передачи голоса и возможность интеграции с другими системами управления. Эти особенности делают цифровую радиосвязь незаменимой в сложных и загруженных железнодорожных сетях.

Системы радиосвязи в железнодорожной индустрии включают в себя разные компоненты: от бортовых радиостанций в локомотивах до стационарных систем на станциях и узловых контрольных пунктах. Эти установки обеспечивают постоянный контакт между машинистами, диспетчерами и техническими подразделениями. Таким образом, радиосвязь играет решающую роль в поддержании безопасности и оперативного управления движением.

Особое внимание следует уделить технологии передачи данных, которая позволяет осуществлять мониторинг и управление движением в режиме реального времени. Новейшие радиосистемы оснащены функциями автоматического слежения за положением поезда, что позволяет диспетчерам и операторам своевременно реагировать на изменения в графике, происходящие сбои или возникновение чрезвычайных ситуаций.

Радиосвязь не только улучшает повседневную работу железнодорожных сетей, но и способствует внедрению инновационных решений, таких как автоматизация процессов и интеграция с системами искусственного интеллекта. Это обеспечивает предсказуемость и эффективность функционирования транспортной сети, создавая условия для дальнейшего распространения этих технологий по всему миру.

Радиосвязь оказывает значительное влияние на координацию железнодорожного движения, создавая условия для надежного и безопасного функционирования транспортных маршрутов. Современные системы радиокommunikации обеспечивают молниеносную передачу информации и координацию между различными участниками процесса, что позволяет значительно оптимизировать управление движением поездов.

Одним из ключевых аспектов использования радиосвязи является возможность оперативного управления и гибкого регулирования графика движения поездов. Благодаря эффективным каналам связи, диспетчеры могут в реальном времени регулировать порядок следования составов, предотвращая потенциальные столкновения и задержки. Информация о местоположении каждого поезда обеспечивает более точное и безопасное планирование маршрутов, что в свою очередь увеличивает пропускную способность железнодорожной сети.

Кроме того, радиосвязь позволяет сократить вероятность человеческих ошибок в процессе управления движением. Современные системы оснащены автоматическими уведомлениями и предупреждениями, которые помогают быстро реагировать на изменения в рельефе, погодные условия и технические неисправности. Это позволяет минимизировать риски, связанные с человеческим фактором, и улучшить общее качество управления железнодорожным движением.

Радиосвязь играет важную роль в обеспечении безопасности на железных дорогах. Быстрая передача критически важной информации о состоянии путей и составов позволяет вовремя предпринимать необходимые меры по предотвращению аварий. Ряд современных радиосистем поддерживает передачу и обработку информации о неисправностях в реальном времени, что дает возможность своевременной организации обслуживания и ремонта.

Таким образом, радиосвязь является неотъемлемым элементом современной системы управления железнодорожным движением, обеспечивая безопасность и стабильность. В дальнейшем, развитие и совершенствование этих технологий будет способствовать еще большему улучшению эффективности и надежности железнодорожных систем по всему миру.

Внедрение радиосвязи в системы управления железнодорожным движением оказывает существенное влияние на экономическую эффективность и общую финансовую устойчивость транспортной индустрии. Применение современных радиокommunikационных технологий позволяет не только повысить уровень безопасности и оптимизировать операционные процессы, но и суще-

ственно сократить затраты, связанные с управлением и обслуживанием железнодорожных сетей.

Одним из наиболее очевидных экономических преимуществ является снижение эксплуатационных расходов. Благодаря радиосвязи железнодорожные компании могут более эффективно управлять движением поездов, что способствует уменьшению времени простоя и задержек, а значит – повышению скорости перевозок и эксплуатации ресурсов. Это также ведет к снижению энергозатрат, поскольку сокращение простоев позволяет уменьшить время работы локомотивов на холостом ходу.

Современные системы радиосвязи также позволяют значительно сократить издержки на техническое обслуживание и ремонт. Постоянный мониторинг технического состояния оборудования и передача информации о неисправностях в реальном времени помогают планировать профилактическое обслуживание более целенаправленно и эффективно, предупреждая возможные поломки и продлевая срок службы оборудования.

Кроме того, радиосвязь открывает новые возможности для увеличения пропускной способности железнодорожных линий без необходимости значительных капитальных вложений в дополнительную инфраструктуру. Более точное и эффективное распределение поездов на текущих путях позволяет обслуживать больший объем пассажиров и грузов, что повышает доходы железнодорожных компаний.

Радиосвязь способствует повышению уровня сервиса для пассажиров и клиентов. Более точные данные о движении поездов и возможных задержках позволяют предоставлять актуальную информацию, что улучшает клиентский опыт и повышает лояльность. Удовлетворенные клиенты чаще выбирают железнодорожный транспорт, что усиливает конкурентные позиции компаний на рынке пассажирских и грузовых перевозок.

В заключение, внедрение радиосвязи в железнодорожном движении влечет за собой значительное экономическое преимущество, позволяя оптимизиро-

вать затраты, увеличить доходы и улучшить качество обслуживания. Эти преимущества будут еще более ощутимыми в будущем с непрерывным развитием и совершенствованием радиокommunikационных технологий.

Несмотря на значительные преимущества, которые радиосвязь предлагает железнодорожной индустрии, существует ряд проблем и вызовов, которые необходимо преодолеть для успешного внедрения и эксплуатации данных технологий. Железнодорожные компании сталкиваются с техническими, финансовыми и организационными трудностями, влияющими на эффективность и безопасность использования радиосвязи.

Технические вызовы. Одной из ключевых технических проблем является обеспечение надежности и безопасности радиосвязи. Системы радиосвязи регулярно подвергаются рискам перехвата и нарушения передачи данных, что требует применения современных технологий шифрования и защиты. Более того, реализация и интеграция новых радиосистем в существующую инфраструктуру может встретить технические затруднения, связанные с совместимостью оборудования и программного обеспечения.

- Финансовые затраты. Внедрение комплексных радиосистем требует значительных инвестиций, что может быть проблематичным для железнодорожных компаний, особенно в условиях бюджетных ограничений. Затраты включают закупку оборудования, его установку и техническое обслуживание, а также расходы на обучение персонала. Для многих компаний данное финансовое бремя может оказаться чрезмерным, что затрудняет или задерживает процесс модернизации.

Обучение и квалификация персонала. Радиосвязь требует высококвалифицированного персонала для эффективного использования систем. Обучение и развитие сотрудников – необходимая составляющая внедрения новых технологий, но может вызвать организационные сложности, включая необходимость создания учебных программ и изменения структуры работы. Необходимость адаптации сотрудников к новым процессам может вызывать стресс и сопротивление, что требует внимания со стороны руководства.

Регуляторные и нормативные ограничения. Все системы радиосвязи должны соответствовать правовым и нормативным требованиям, что может замедлить внедрение новых технологий. Муниципальные и национальные правила также могут варьироваться, добавляя сложность в интеграцию международных систем.

Обеспечение устойчивости и долговечности. Развитие технологий требует постоянного обновления оборудования и программного обеспечения, что создает дополнительную нагрузку на компании. Необходимость периодической модернизации и замены устаревших компонентов выступает финансовым и организационным вызовом.

Таким образом, железнодорожные компании сталкиваются с рядом препятствий, которые необходимо учитывать и преодолевать для успешного использования радиосвязи. Решения, направленные на устранение этих проблем, – ключ к максимальному использованию потенциала радиокоммуникационных технологий.

развитием технологий и инновациями в области радиосвязи железнодорожная индустрия стоит на пороге значительных преобразований, способных кардинально изменить способы управления движением и улучшить безопасность. Перспективные направления развития в этой области открывают двери для новых возможностей и повышения эффективности транспортных систем.

### **Список литературы**

1. Журнал "Транспортная безопасность и технологии", 2024. Статья "Цифровизация и радиосвязь на железных дорогах: Новые горизонты" подробно рассматривает роль цифровых технологий в модернизации радиокоммуникаций.
2. "Управление транспортными системами", автор В. И. Петров, 2023. В этой книге содержится углубленный анализ воздействия радиосвязи на безопасность и эффективность управления транспортными системами.

3. . Отчет Европейского агентства железнодорожного транспорта\*\* за 2022 год, касающийся внедрения Европейской системы управления поездами (ETCS), предлагает спецификации и технические аспекты использования радиосвязи.

4. "Инновации в транспортной индустрии", 2023. Статья о внедрении и перспективах использования систем искусственного интеллекта в железнодорожных радиокommunikациях.

### **Применение искусственного интеллекта в телекоммуникациях**

*Хахимов Р. Н., Румянцев Н.М., студенты  
НИПС-филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

*Кущенко Л. С., преподаватель,  
НИПС филиал ПривГУПС,  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

***Аннотация:** Телекоммуникации занимают центральное место в современном обществе, обеспечивая связь между людьми, предприятиями и устройствами. Эта сфера охватывает разнообразные технологии и услуги, такие как сотовая связь, интернет, телевидение, радио и многое другое. С развитием цифровых технологий и расширением сетевой инфраструктуры объем обрабатываемых данных неуклонно растет, требуя эффективного управления. Искусственный интеллект (ИИ) становится важным инструментом в области телекоммуникаций, предоставляя возможности для автоматизации процессов, улучшения качества обслуживания, оптимизации сетевых ресурсов и повышения безопасности данных. ИИ активно применяется для анализа больших массивов информации, принимает решения на основе полученных данных и помогает прогнозировать будущие тенденции.*

**Ключевые слова:** *искусственный интеллект - ИИ, телекоммуникация, интернет, автоматизация*

Искусственный интеллект представляет собой сферу информатики, ориентированную на создание смарт-устройств, способных решать задачи, обычно требующие человеческого интеллекта.

Принципы, основанные на ИИ, находят применение в телекоммуникациях, включая:

**Машинное обучение:** Это область ИИ, позволяющая компьютерным системам выявлять закономерности в данных и делать на их основе прогнозы. В телекоммуникациях машинное обучение может использоваться для оптимизации работы сетей, управления трафиком, предсказания сбоев оборудования и многого другого.

**Обработка естественного языка:** Эта область ИИ занимается пониманием и генерацией человеческого языка. В телекоммуникациях это может быть использовано для автоматического анализа и классификации текстовых сообщений, обработки голосовых команд и создания диалоговых систем.

**Компьютерное зрение:** Эта область ИИ позволяет компьютерам анализировать и интерпретировать изображения и видео. В телекоммуникациях компьютерное зрение может применяться для автоматического распознавания объектов, видеонаблюдения и анализа качества связи.

Применение ИИ в телекоммуникациях охватывает несколько областей:

- **Управление сетью:** ИИ может оптимизировать функционирование сетей, автоматически выявляя и исправляя ошибки, а также управляя трафиком и ресурсами.

- **Прогнозирование отказов:** ИИ может предсказать потенциальные сбои оборудования или сети, опираясь на данные о состояниях устройств.

- **Персонализация услуг:** ИИ способен анализировать поведение пользователей и предлагать персонализированные услуги, например, рекомендации по контенту или тарифам.

- Безопасность: ИИ помогает обнаруживать угрозы безопасности, анализировать события и предотвращать кибератаки.

- Автоматизация процессов: ИИ позволяет в значительной мере автоматизировать процессы в телекоммуникациях, уменьшая необходимость человеческого вмешательства и повышая общую эффективность.

Таким образом, искусственный интеллект становится все более значимым в сфере телекоммуникаций, способствуя улучшению качества обслуживания, оптимизации сетевых ресурсов и обеспечению безопасности данных.

ИИ также берет на себя важную роль в автоматизации управления сетями и обнаружении аномалий в телекоммуникационных системах. Ниже приведены основные способы его применения:

Автоматизация управления сетями: ИИ помогает автоматизировать управление сетями, включая настройку оборудования, оптимизацию маршрутизации трафика и предсказание нагрузок. Это позволяет операторам значительно сократить время на выполнение административных задач и повысить сетевую эффективность.

Обнаружение аномалий: ИИ способен выявлять аномалии в работе сети, такие как атаки, сбои в оборудовании или необычные паттерны трафика. Алгоритмы машинного обучения и нейронные сети анализируют данные в реальном времени и сигнализируют о возможных проблемах.

Прогнозирование отказов и предотвращение простоев: ИИ помогает предсказать отказы оборудования или проблемы в работе сети заранее, что позволяет принимать меры для их предотвращения и минимизации простоя.

Оптимизация использования ресурсов: ИИ может оптимизировать распределение сетевых ресурсов, предсказывая пиковые нагрузки и регулируя выделение ресурсов для поддержания оптимальной производительности.

Самообучение и адаптация: Системы ИИ имеют возможность обучаться на основе новых данных, постепенно улучшая свою производительность и адаптацию к изменяющимся условиям.

Перспективы применения искусственного интеллекта

1. Улучшенное качество обслуживания: Внедрение ИИ позволяет операторам связи предугадывать и предотвращать сбои в сети, оптимизируя производительность и обеспечивая высокий уровень обслуживания для клиентов.

2. Развитие новых услуг: Искусственный интеллект создает возможности для инноваций, таких как персонализированные рекомендации, автоматизированные системы поддержки клиентов и интеллектуальные домашние сети.

3. Эффективное использование ресурсов: ИИ способствует оптимизации расходования ресурсов операторами связи, снижая нагрузку на сети и повышая общую эффективность работы.

4. Развитие автоматизации: Применение ИИ в телекоммуникациях ускоряет внедрение автоматизированных процессов, что позволяет сократить затраты на обслуживание и повысить оперативность реагирования на возникающие проблемы.

В общем, использование искусственного интеллекта в телекоммуникациях предоставляет значительные возможности для улучшения качества обслуживания, оптимизации ресурсов и создания новых сервисов. Однако это также связано с вызовами, такими как обеспечение безопасности данных, сложности внедрения технологий и необходимость обработки больших объемов информации.

Искусственный интеллект становится все более критически важным в сфере телекоммуникаций, обеспечивая более эффективную связь между людьми и устройствами. Он помогает оптимизировать маршрутизацию данных, улучшает качество обслуживания клиентов, предоставляет аналитику для более продуктивных решений и автоматизирует множество процессов. Внедрение ИИ в телекоммуникации позволяет повысить производительность сетей, предотвращать сбои и улучшать безопасность передачи данных.

Таким образом, искусственный интеллект занимает ключевую позицию в развитии телекоммуникационной отрасли, увеличивая эффективность, надежность и качество обслуживания. Ожидается, что его применение будет продол-

жать расти, открывая новые горизонты для инноваций и улучшения коммуникаций в целом.

### Список литературы

1. Исламов Роман Сергеевич (2020). ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ОБУЧЕНИЕ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ. Филологические науки. Вопросы теории и практики, 13 (12), 300-305.

2. Куламихина Ирина Валентиновна (2019). О роли информационно-коммуникационных технологий в развитии коммуникативной компетенции обучающихся вуза. Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ, (2 (17)), 31.

3. Шаповалова Галина Михайловна (2019). ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ - ТЕХНОЛОГИИ БУДУЩЕГО ЧЕЛОВЕЧЕСТВА: "ЦИФРОВАЯ КУЛЬТУРА" В КОНТЕКСТЕ "ЦИФРОВОЙ ЭТИКИ" ДОГМАТ В РЕШЕНИИ ЭТИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ. Балтийский гуманитарный журнал, 8 (4 (29)), 402-406.

## Секция 3. История развития радиотехники, электроники и связи

### Эволюция радиотехники, электроники и связи: Исторический обзор и перспективы

*Баннов А. А., студент*

*НИПС-филиал ПривГУПС*

*г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

*Степанова С. Ф., преподаватель*

*НИПС-филиал ПривГУПС*

***Аннотация:** Статья рассматривает историю радиотехники, электроники и связи, начиная с экспериментов с радиоволнами и развития радиовещания. Подчеркивается вклад российских ученых. В заключении рассматриваются перспективы развития, включая квантовые вычисления и интеграцию ИИ, а также акцентируется внимание на важности поддержки отечественных разработок в этих областях.*

***Ключевые слова:** история радиотехники, электроника, актуальность, радиоволны, полупроводники, вакуумные лампы, радар.*

История развития радиотехники, электроники и связи охватывает более ста лет, оказав значительное влияние на все сферы человеческой деятельности. Актуальность темы обусловлена важностью этих технологий в современном информационном обществе.

В работе будут рассмотрены ключевые этапы развития: первые эксперименты с радиоволнами и создание радиовещания в 1920-х годах, научные достижения во время Второй мировой войны, включая разработку радара и первых компьютеров, а также переход от вакуумных ламп к полупроводникам в 1950-х годах.

Также будет обсуждено влияние современных технологий связи на общество и возможные направления их дальнейшего развития, такие как 5G, интернет вещей и искусственный интеллект. Особое внимание будет уделено влиянию исторического контекста на развитие технологий, что позволит лучше понять взаимосвязи между социальными, экономическими и политическими условиями и технологическим прогрессом [1].

В начале XX века российские ученые внесли значительный вклад в развитие радиотехники. Борис Розинг в 1911 году провел эксперимент по передаче изображения, а Н.Д. Папалекси в 1914 году создал первые российские радиолампы. В 1916 году М.А. Бонч-Бруевич сконструировал вакуумную радиолампу, важную для усилителей и генераторов.

В это время Александр Попов и Гульельмо Маркони конкурировали в развитии радиоприемников. К концу 1920-х годов в СССР началось развитие телевидения, с переходом от механического к электронному телевидению в 1930-х годах.

Развитие радиотехники сопровождалось улучшением радиоприемников и передатчиков, а также созданием научных институтов, таких как в Нижнем Новгороде, где студенты участвовали в разработке радиосистем. Эти достижения заложили основу для технологического прогресса в радиотехнике и электронике XX века.

В 1920-х годах в СССР зародилось радиовещание, начавшись с экспериментов и первых передач. С 1922 года, с появлением мощных радиопередатчиков, началось массовое радиовещание, ставшее инструментом формирования массового сознания и распространения идеологии. С 1929 года управление радиовещанием централизовалось и стало пропагандистским.

Активно развивались специализированные издания, анализирующие радиожурналистику ("Новости радио", "Радиослушатель"). Расширение возможностей радиовещания за пределы СССР происходило благодаря международным конференциям и установлению частотных норм.

Художественная и музыкальная программа становилась более разнообразной, отражая политические и социальные направления. К концу 1920-х годов радиовещание перешло под контроль государства. Информационные функции радио дублировали печатную продукцию, но, несмотря на это, радио формировало повседневную жизнь советских граждан, транслируя новые идеи и ценности. Развитие радиовещания способствовало развитию технологий связи в стране.

В годы Второй мировой войны радиотехника совершила прорыв, кардинально изменив методы ведения войны. Радиолокация, особенно в Англии (системы "Chain Home"), обеспечила раннее предупреждение о вражеских атаках. Германия развивала радиосистемы IFF для идентификации самолетов и радиостанции, такие как А-7, для надежной связи. Советская армия внедрила радиостанции на танки для эффективного взаимодействия подразделений. Радиосвязь позволила командующим гибче управлять войсками, координировать атаки авиации и флота, что стало незаменимым условием успеха. Развитие радиотехнологий (рации, радиолокация и средства радиосвязи) изменило военную стратегию и заложило основы для будущих поколений войн [2].

В середине XX века переход к полупроводникам, особенно транзисторам (1947 г., Браттейн и Бардин), произвел революцию в электронике. Первые транзисторы делали из германия, позже перешли на кремний из-за его стабильности. Исследования полупроводников начались в XIX веке, а в XX веке развилась их теория. Советский ученый О.В. Лосев изобрел кристадин и светодиоды, внося вклад в развитие полупроводниковой техники. Транзисторы стали ключевым элементом электроники, позволив создать компактные и надежные устройства. Переход к полупроводникам превзошел первоначальные ожидания и дважды трансформировал электронную индустрию. Транзисторы открыли возможности для развития коммуникаций, интернета вещей и искусственного интеллекта, оказав влияние на все сферы жизни.

Современные технологии связи, такие как интернет, мобильные телефоны и социальные сети, преобразили общество, изменив способы взаимодействия между людьми. Они способствовали возникновению новых форм социальных

взаимодействий, обеспечили доступ к образованию и стимулировали развитие электронной коммерции. Однако, появились и новые вызовы, включая проблемы конфиденциальности, кибербуллинга и зависимости от социальных медиа [3]. Развитие технологий связи оказывает экономическое воздействие, создавая новые рабочие места и способствуя эффективному управлению бизнесом. Вместе с тем, растет зависимость от технологий, требующая повышения цифровой грамотности и безопасного поведения в сети. Современные технологии связи стали важной частью жизни, изменив общественные отношения и требуя изучения для понимания направлений развития человеческих сообществ в новой реальности.

Перспективы радиотехники и электроники связаны с развитием квантовых вычислений и других передовых технологий. В России, несмотря на отставание от мировых лидеров, есть потенциал в фотоэлектронике и полупроводниковых технологиях. Интеграция искусственного интеллекта в радиотехнику оптимизирует передачу и обработку сигналов [4].

Ожидается увеличение финансирования и спроса на отечественные разработки, что повысит независимость сектора. Важную роль играет поддержка стартапов и сотрудничество между наукой и производством.

Будущее отрасли определяется успехами в новых материалах, интеграции нано- и робототехнологий, а также практическим применением теоретических прорывов. Прогнозы для российской радиоэлектроники позитивны, особенно в связи с освоением новых ниш и разработкой устройств на основе современных полупроводниковых технологий. Важно интегрировать научные достижения в практику, улучшая связь и коммуникацию, и учитывать потребности конечных пользователей для создания высокотехнологичных устройств и систем.

В XX веке войны, конфликты и научные революции направляли технологический прогресс [5]. Активная поддержка науки в СССР в 1920-х, открытия вроде двигателя внутреннего сгорания и электричества изменили жизнь, повысили производительность. НТР середины века создала технологии на стыке наук, мировые войны стимулировали интеграцию знаний.

Технический прогресс имел двойственный характер, возникла потребность

в моральной оценке достижений науки, особенно в сфере оружия. Появление Интернета и соцсетей в конце XX века радикально изменило коммуникацию, возникли вопросы защиты информации.

Важно понимать влияние технологий на социальное, политическое и культурное развитие. Технологии часто становятся центром споров, необходима интеграция этических норм. Взаимодействие науки и общества формирует условия для ответственного развития. Исторический контекст XX века оказал огромное влияние на развитие радиотехники и электроники.

История развития радиотехники, электроники и связи охватывает период от первых экспериментов начала XX века до современных технологий. Радиовещание 1920-х годов стало важным этапом, сделав радио доступным для широкой публики. Вторая мировая война стимулировала разработку радара и первых компьютеров. Революционным стал переход к полупроводникам в 1950-х, что привело к миниатюризации и развитию вычислительной техники и мобильной связи [6].

Современные технологии связи, такие как мобильная связь и интернет, кардинально изменили общество. Однако, возникают новые вызовы, связанные с безопасностью данных и устойчивым развитием. Будущее технологий будет зависеть от решения этих проблем и использования достижений для улучшения жизни. Исторический контекст, политические и экономические факторы оказывали влияние на развитие радиотехники и электроники.

В заключение, развитие радиотехники, электроники и связи — это сложный процесс, оказывающий значительное влияние на общество. Важно помнить об ответственности в использовании технологий для улучшения жизни.

### **Список литературы**

1. История радиоэлектроники URL: <https://diletant.media/articles/25200558/>
2. Радио и электроника — 100 лет истории URL: <https://habr.com/ru/articles/538644/>

3. Первая половина XX века URL:  
<https://studfile.net/preview/16876244/page:4/>
4. История развития радиовещания в России - РИА Новости... URL:  
<https://ria.ru/20190227/1551369809.html>
5. Советское радио 1920-1930-х гг. Проблемы и задачи... URL:  
<https://stg.old.urokiistorii.nppsatek.com/article/856>
6. Радиотехника во Второй мировой войне URL:  
<https://studfile.net/preview/1649317/page:5/>

**М.А. Бонч-Бруевич- организатор и руководитель  
Нижегородской радиолaborатории**

*Кортукова П.А., Ермошин В.С., студенты 2 курса  
НИПС филиал ПривГУПС,  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

*Кущенко Л. С., преподаватель,  
НИПС филиал ПривГУПС,  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

***Аннотация:** В статье рассматривается важная фигура в истории радиотехники и научного сообщества Нижнего Новгорода — М. А. Бонч-Бруевича. Как организатор и руководитель Нижегородской радиолaborатории, он сыграл ключевую роль в развитии радиотехники в России в первой половине XX века. Его инновационные идеи и исследования не только заложили основы для новых технологий, но и вдохновили целое поколение ученых и инженеров.*

***Ключевые слова:** радиолaborатория, М.А. Бонч-Бруевич, научная работа, радиосвязь, радиолампа.*

Михаил Александрович Бонч-Бруевич, уроженец Орла, словно комета, прочертил яркий след в истории отечественной радиотехники. Его путь к вершинам науки начался с окончания Киевского коммерческого училища 21 февраля 1888 года, продолжился в стенах Николаевского инженерного училища в Санкт-Петербурге (1908 г.) и достиг апогея в Офицерской электротехнической школе (1914 г.).



Рис.1 Профессор Михаил Александрович Бонч-Бруевич

В 1914 году, приняв должность помощника начальника Тверской военной приёмной радиостанции международных отношений, Бонч-Бруевич проявил недюжинную изобретательность. В скромном подсобном помещении он организовал мастерскую, ставшую колыбелью для первых российских электровакуумных ламп. 1916 год ознаменовался созданием первой в России катодной лампы и подготовкой первого отечественного пособия по электротехнике.

Летом 1918 года В. М. Лещинский и М. А. Бонч-Бруевич обратились в Народный комиссариат почт и телеграфов (НКПиТ) с предложением о дальнейшей судьбе лаборатории Тверской радиостанции. В рапорте, представленном Лещинским 6 июля 1918 года, содержался детальный план развития радиолaborатории и мастерской.

Вскоре Тверь посетили член радиосовета Наркомпочтеля А. М. Николаев и нарком В. Н. Подбельский. Весть о лаборатории, способной самостоятельно производить радиолампы, дошла до В.И. Ленина, который незамедлительно выделил средства и поставил задачу возобновления их выпуска.

19 июня состоялось заседание коллегии НКПиТ, на котором Лещинский представил доклад, после чего радиолaborатория была реорганизована и расширена до 59 сотрудников. Однако Тверь оказалась непригодной для промышленного производства, и 13-15 августа 1918 года 18 лучших сотрудников с оборудованием были перевезены по железной дороге в Нижний Новгород. М. А. Бонч-Бруевич и В. М. Лещинский сыграли ключевую роль в этой операции.

В. М. Лещинский был назначен первым директором Нижегородской радиолaborатории (НРЛ), а Бонч-Бруевич возглавил научно-техническую работу. Уже к первой годовщине революции была выпущена первая советская вакуумная радиолампа ПР-1 ("пустотное реле - 1"), предназначенная для замены французских ламп в радиоприёмниках. Лампа получила высокую оценку потребителей.

В условиях Гражданской войны, когда проводной телеграф работал ненадежно, а радиосвязь испытывала острый дефицит импортных радиоламп, создание ПР-1 имело огромное государственное значение. Благодаря усилиям Бонч-Бруевича и Лещинского, НРЛ не только доказала свою жизнеспособность, но и завоевала особое внимание правительства.

2 декабря 1918 года В. И. Ленин подписал "Положение о радиолaborатории с мастерской Народного Комиссариата Почт и Телеграфов в Нижнем Новгороде", разработанное В. Н. Подбельским и утвержденное Советом Народных Комиссаров. Этот документ определил широкий круг научно-технических задач в области радио и создания новой техники радиовещания и связи, придав НРЛ статус учреждения государственного значения.

С 1918 по 1928 год Михаил Александрович Бонч-Бруевич возглавлял Нижегородскую радиолaborаторию (НРЛ). Давая характеристику Бонч-Бруевичу можно опираться на следующие несколько факторов:

1. Выдающиеся знания и опыт в радиотехнике: Бонч-Бруевич был одним из пионеров советской радиотехники, еще до революции занимался разработкой радиоаппаратуры.

2. Организаторские способности: Он проявил себя как талантливый орга-

низатор и руководитель, способный создать и возглавить крупный научно-технический коллектив.

3. Поддержка советской власти: Бонч-Бруевич поддержал советскую власть и был готов работать на благо страны, что было важным фактором при назначении на руководящие должности в то время.

Результаты работы Бонч-Бруевича в Нижегородской радиолaborатории:

- Под руководством Бонч-Бруевича Нижегородская радиолaborатория стала одним из ведущих центров радиотехнических исследований и разработок в Советской России.

Вот некоторые из наиболее значимых результатов ее работы в этот период:

- Создание мощных генераторных ламп: Бонч-Бруевич и его сотрудники разработали и внедрили в производство мощные генераторные лампы, которые позволили создавать мощные радиопередатчики. Это было критически важно для развития радиосвязи в стране.

- Строительство мощных радиостанций: На основе разработанных в НРЛ генераторных ламп были построены мощные радиостанции, такие как Ходынская радиостанция в Москве. Эти станции обеспечивали связь с отдаленными регионами страны и зарубежьем.

- Исследования в области распространения радиоволн: В НРЛ проводились исследования по распространению радиоволн, что позволило оптимизировать работу радиостанций и повысить дальность радиосвязи.

- Разработка основ радиовещания: НРЛ внесла значительный вклад в развитие радиовещания в СССР. Здесь разрабатывались технические средства и методы организации радиовещания.

- Подготовка кадров: Нижегородская радиолaborатория стала кузницей кадров для советской радиотехнической промышленности. Многие выпускники НРЛ впоследствии стали ведущими учеными и инженерами в области радиотехники.

В целом, работа Бонч-Бруевича в Нижегородской радиолaborатории сыграла огромную роль в становлении и развитии советской радиотехники и радиосвязи. Его вклад был отмечен высокими государственными наградами.

В Нижнем Новгороде на ул. Минина в память о великом ученом был установлен бюст известного советского радиотехника Михаила Александровича Бонч-Бруевича. Памятник был создан талантливым городским скульптором И. Лукиным.

Бюст из кованой меди установлен на высоком постаменте, на котором расположена табличка с описанием памятника. Постамент сделан из красного и серого гранита.

Памятник был установлен возле здания, в котором десять лет жил радиотехник. Жители города часто приносят сюда цветы и свечи



Рис.2 Бюст Михаила Александровича Бонч-Бруевича в Нижнем Новгороде

### Список литературы

1. <https://www.sut.ru/university/about/istoriya/professor-mihail-aleksandrovich-bonch-bruevich>
2. <https://www.names52.ru/b/tpost/r8hh1mbdc1-bonch-bruevich-mihail-aleksandrovich>
3. <http://nn800.ru/2016/01/14/bust-bonch-bruevicha/>

## **Радио: от создания к современности**

*Кузнецов К.В., студент*

*НИПС филиал ПривГУПС,*

*г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

*Кущенко Л. С., преподаватель,*

*НИПС филиал ПривГУПС,*

*г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

***Аннотация:** Статья посвящена истории развития радиосвязи, начиная с теоретических основ, заложенных великими учеными, и заканчивая современными цифровыми технологиями. Рассматриваются ключевые этапы становления радио, от первых искровых передатчиков до изобретения ламповых схем, позволивших значительно увеличить дальность и качество передачи сигнала.*

*Особое внимание уделяется роли радио в различные исторические периоды, включая его использование в военных целях, для распространения информации и культуры, а также как средства развлечения. Анализируется влияние технологических прорывов, таких как транзисторы и интегральные микросхемы, на миниатюризацию радиоаппаратуры и расширение функциональных возможностей. В заключительной части статьи рассматриваются современные тенденции развития радиосвязи, включая цифровое радиовещание, спутниковые технологии и интеграцию радио с мобильными устройствами. Оцениваются перспективы дальнейшего развития радио как важного средства коммуникации и обмена информацией в современном мире. Подчеркивается, что, несмотря на появление новых технологий, радио продолжает играть важную роль в повседневной жизни, адаптируясь к новым вызовам и потребностям общества.*

***Ключевые слова:** радио, связь, мобильная связь.*

***Радио** — способ передачи сигналов (информации) на расстояние посредством радиоволн.*

Радио используется для связи, звукового вещания, передачи изображений, сигнализации, контроля и управления, обнаружения различных объектов и определения их местоположения и для других целей.

*История радио начинается в конце XIX века* с исследований в области электромагнетизма.

Некоторые ключевые этапы развития радиосвязи:

- **Открытие электромагнитных волн (1887 год)**. Гийом Маркони и Генрих Герц первыми зафиксировали существование электромагнитных волн, что стало основой для дальнейших исследований.

- **Первый радиопередатчик (1895 год)**. Александр Попов создал первый радиопередатчик и применил его для передачи сигналов.

- **Первая радиосвязь через океан (1901 год)**. Гульельмо Маркони стал первым, кто осуществил радиосвязь между двумя континентами, передав сигнал через Атлантический океан.

- **Разработка амплитудной модуляции (АМ) (1906 год)**. Внедрение АМ сделало радиоволны более устойчивыми к помехам и позволило передавать звук на больших расстояниях.

- **Появление FM радиосвязи (1933 год)**. Фредерик Тауэр и Эдвард Х. Хэйли разработали частотную модуляцию, которая повысила качество звука и уменьшила интерференцию.

- **Развитие спутниковой связи (1960–1970-е годы)**. Запуск первых коммуникационных спутников привёл к появлению новых возможностей для радиосвязи, обеспечив покрытие удалённых районов.

- **Мобильная связь и сотовые технологии (1980-е годы)**. Внедрение сотовых систем изменило представление о радиосвязи, сделав её более доступной и удобной для пользователей.

В XX веке радио продолжало развиваться, стало важнейшим средством массовой информации и способом связи во время войн, политических кризисов и культурных перемен. С развитием интернета и цифровых технологий классическое радио начало трансформироваться. Сегодня оно существует не только в

виде традиционных FM/AM станций, но и в цифровом формате — подкасты, стриминговые сервисы, онлайн-радио позволяют слушателям выбирать контент по своим интересам в любое удобное время.

В будущем радио станет частью комплексных медиаэкосистем, где пользователи смогут переключаться между аудио, видео и интерактивными элементами в одном пространстве.

### ***Некоторые прогнозы развития радио в эпоху сетевого общества:***

Интеграция с видеоконтентом, социальными сетями и стриминговыми сервисами. Прямые эфиры будут сопровождаться видеостримами, а радиостанции смогут вести трансляции не только в эфире, но и через YouTube или социальные сети.

Использование искусственного интеллекта. Радиостанции смогут анализировать предпочтения слушателей и автоматически адаптировать контент.

Применение сетей пятого поколения (5G). Технология позволит внедрять мультимедийные элементы, проводить интерактивные шоу с моментальной обратной связью от аудитории.

Рост популярности подкастов. Подкасты дадут радиостанциям гибкость в работе с контентом и повысят вовлеченность слушателей.

Персонализация контента. Радио будет предлагать аудитории больше, чем классический линейный эфир: персонализированные плейлисты, уникальные шоу и стимулирующие акции.

Однако точное будущее радио неопределённо и зависит от множества факторов, в том числе от изменений в медиаландшафте и внедрения новых технологий.

В заключении можно с уверенностью сказать, что радио, как вид связи и информации претерпел колоссальные изменения, но не утратил своей актуальности. От первых искровых передатчиков и ламповых приемников до цифрового радиовещания и интеграции в интернет, радио постоянно адаптировалось к новым технологиям и потребностям аудитории.

Сегодня радио – это не только средство развлечения и оперативного получения новостей, но и мощный инструмент для образования, культуры и бизнеса. Подкасты, онлайн-радиостанции и потоковые сервисы расширили границы традиционного радиовещания, предоставляя слушателям беспрецедентный выбор контента и возможность слушать любимые программы в любое время и в любом месте.

Несмотря на конкуренцию со стороны других медиа, радио продолжает оставаться важным источником информации и развлечения для миллионов людей по всему миру. Его способность мгновенно доносить информацию до широкой аудитории делает его незаменимым в чрезвычайных ситуациях и при освещении важных событий. Будущее радио видится в дальнейшем развитии цифровых технологий, персонализации контента и интеграции с социальными медиа, что позволит ему оставаться актуальным и востребованным в эпоху цифровых технологий.

### **Список литературы**

1. <https://nauka.tass.ru/nauka/13671037>
2. <https://histrf.ru/read/articles/veshchanie-bez-provodov-otkrytie-radio-ili-patent-7777>
3. [https://www.computer-museum.ru/connect/rad\\_role.htm](https://www.computer-museum.ru/connect/rad_role.htm)

## Развитие беспроводной связи: от радиосигналов до 5G

*Лопатин Д. В., Сысокин А. В., студенты,  
НИПС филиал ПривГУПС,  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

*Степанова С. Ф., преподаватель,  
НИПС филиал ПривГУПС,  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

***Аннотация:** статья посвящена эволюции беспроводной связи и ее значению в современном мире. Начавшись с первых экспериментов по передаче радиосигналов, беспроводные технологии прошли через длительный путь до появления 5G. Мы рассмотрим ключевые этапы этой эволюции, включая развитие стандартов мобильной связи, такие как 1G, 2G, 3G, 4G и ныне актуальный 5G. В статье также будут описаны преимущества, которые предоставляет пятая генерация мобильной связи, такие как значительное увеличение скорости передачи данных и снижение задержек, а также вызовы, с которыми сталкиваются специалисты в области технологии. Обсуждаются потенциальные изменения и влияние 5G на разные сектора, включая связь, транспорт, здравоохранение и промышленность.*

***Ключевые слова:** беспроводная связь, Wi-Fi, мобильная связь, эволюция 5G.*

Развитие беспроводной связи имеет долгую и многослойную историю, корни которой уходят в конец XIX века. Первым шагом на этом пути стало создание беспроводного телеграфа Гульельмо Маркони в 1896 году. Эта технология обеспечивала передачу радиосигналов на большие расстояния, однако её возможности ограничивались передачей сообщений в виде точек и тире по азбуке Морзе [1]. Несмотря на эти ограничения, данное изобретение стало символом нового подхода к коммуникациям и открыло путь к следующим достижениям. Важную

роль в становлении теории электромагнетизма сыграли работы Майкла Фарадея и Генриха Герца, который впервые подтвердил существование электромагнитных волн. Эти эксперименты стали основой для понимания механики беспроводной передачи данных. Именно на них позже строились принципы радиосвязи и других технологий передачи информации. Создание электромагнитных волн стало своего рода рубежом в понимании физики, что позволило развивать дальнейшие исследования в этом направлении. Параллельно с внедрением радиосистем, в начале 90-х годов XX века мир увидел Wi-Fi, который положил начало эре беспроводных локальных сетей. Wi-Fi в значительной степени упростил доступ к интернету, что в свою очередь привело к экспоненциальному росту использования интернета среди широких масс. Таким образом, путь развития беспроводной связи можно охарактеризовать как динамичный процесс, включающий в себя множество научных открытий и технологических достижений. Безусловно, прогресс в этой области был бы невозможен без продолжительных исследований и экспериментов, осуществленных выдающимися учеными и инженерами, которые не только расширили границы возможного, но и положили начало тому, что мы знаем сегодня как беспроводные технологии. Инновации в области связи продолжают развиваться, оценивая новые подходы и решения, что позволяет ожидать дальнейших прорывов и в будущем.

Мобильная связь прошла через несколько значительных этапов развития, каждый из которых определяет стандарты и технологии, используемые в индустрии. Первое поколение (1G) начало развиваться в 1980-х годах, основываясь на аналоговых технологиях. Основное предназначение 1G заключалось в поддержке голосовых вызовов. Однако такие системы страдали от множества недостатков: качество связи оставляло желать лучшего, была высокая чувствительность к помехам и ограниченная пропускная способность. Сейчас 1G считается устаревшим и более не используется. Со временем для улучшения качества связи было введено второе поколение (2G), запущенное в 1991. Оно принесло с собой поддержку SMS-сообщений и значительно улучшило качество голосовой связи, до-

стигая максимальной скорости передачи данных в 64 кбит/с. Стандартизация частотных диапазонов в рамках 2G также открыла возможности для международного роуминга, что стало важным шагом на пути глобализации мобильной связи. Третий уровень мобильной связи (3G) сосредоточился на передаче данных с целевой скоростью до 2 Мбит/с для мобильных устройств. 3G спровоцировало бум смартфонов и приложения, благодаря которому качество связи улучшилось, а устойчивость к помехам возросла. Также данный стандарт обеспечивал новые возможности для мультимедийных функций и доступа в Интернет на мобильных устройствах. Четвертое поколение (4G), представлено сетями LTE, обеспечило скорость до 1 Гбит/с для стационарных пользователей. В России сети 4G работают на различных частотах, включая 800, 1800 и 2600 МГц. Подходы к реализации 4G отличались, и фактические скорости нередко варьировались в зависимости от региона и состояния сетевого покрытия [2].

Переход к сетям 5G представляет собой важный этап в эволюции мобильной связи. Одним из главных преимуществ этой технологии является высокая скорость передачи данных, которая может достигать 1 гигабита в секунду. Это существенно ускоряет загрузку крупных файлов, таких как видео и игры, что стало возможным благодаря использованию новых частотных диапазонов и улучшенным методам кодирования данных [3]. При сравнении с предыдущими поколениями, пользователи 5G смогут получать доступ к контенту практически мгновенно, что способствует более удобному и качественному взаимодействию с цифровыми сервисами. Кроме того, 5G предлагает низкую задержку, которая может составлять всего одну миллисекунду. Это невидимо для пользователей, однако значительно влияет на производительность приложений, требующих высокой скорости реакции, таких как игры и видеоконференции. Взаимодействие устройств становится более плавным и ненавязчивым, что особенно актуально в условиях растущего числа подключенных к сети устройств. Этот аспект открывает новые возможности для развития таких технологий, как облачные сервисы, интернет вещей и умные города. Хотя внедрение 5G несет множество преимуществ, его реализация сопряжена и с определенными сложностями. Одной из

ключевых проблем являются затраты на инфраструктуру, так как создание сети требует значительных инвестиционных вложений. Для малого и среднего бизнеса это может стать серьезным барьером, что ограничивает доступ к передовым технологиям. Высокие финансовые затраты также связаны с необходимостью обновления оборудования и имеющейся инфраструктуры. К особенностям 5G относится разнообразие применений, включая возможности для автоматизации и дистанционного управления [4]. Важно учитывать, что на текущий момент многие устройства, созданные для работы в сетях предыдущих поколений, могут не поддерживать новые стандарты, что усложняет процесс перехода. Учитывая все преимущества и недостатки технологии 5G, расширение охвата и возможностей сети повлияет на ключевые отрасли и повседневную жизнь людей. Это потребует работы не только со стороны производителей оборудования и сервисов, но и от регуляторов, которые должны создать условия для безопасного и эффективного использования новых технологий. Переход к 5G — это не только технологический рывок, но и вызов для всего общества, включая бизнес, потребителей и государственные структуры. В первую очередь, 5G сделает революцию в телекоммуникациях. Сети пятого поколения способны обеспечить надежное соединение, которое требуется для современных приложений. Это позволит создавать новые услуги, такие как телемедицина, которые дают возможность врачам проводить диагностику и лечение пациентов удаленно. Технология 5G, безусловно, является основой цифровой экономики. Она значительно изменит наши подходы к взаимодействию с окружающим миром, ускорив интеграцию технологий и создавая новое качество жизни. Внедрение 5G открывает перед обществом новые пути развития и улучшает доступ к информации, что способствует общему прогрессу на всех уровнях [5].

Развитие беспроводной связи представляет собой одну из самых значительных технологических эволюций в истории человечества. С момента первых экспериментов по передаче радиосигналов в конце XIX века до появления современных технологий 5G, беспроводная связь прошла долгий и сложный путь, который оказал глубокое влияние на все сферы жизни. В заключении данной статьи мы

подведем итоги, обобщим ключевые моменты и рассмотрим перспективы дальнейшего развития беспроводных технологий. Исторические предпосылки развития беспроводной связи берут свое начало с работ таких пионеров, как Гульельмо Маркони и Никола Тесла, которые заложили основы радиосигналов. Эти ранние эксперименты стали основой для создания первых стандартов мобильной связи, начиная с 1G, который обеспечивал лишь базовые возможности для голосовой связи. С каждым новым поколением, от 2G до 4G, мы наблюдали значительное улучшение качества связи, увеличение скорости передачи данных и расширение функциональных возможностей. Каждое новое поколение технологий не только улучшало существующие стандарты, но и открывало новые горизонты для использования беспроводной связи в различных сферах. Появление 5G стало настоящим прорывом в области беспроводной связи. Эта технология не только обеспечивает невероятно высокие скорости передачи данных, но и значительно снижает задержки, что открывает новые возможности для таких приложений, как автономные транспортные средства и умные города. Влияние 5G на различные сектора экономики, включая связь, транспорт, здравоохранение и промышленность, невозможно переоценить. Однако внедрение 5G также сопряжено с рядом вызовов и проблем, которые необходимо решать. Безопасность данных и защита личной информации становятся важными аспектами, требующими внимания со стороны разработчиков и регуляторов. Увеличение числа подключенных устройств и объемов передаваемой информации создают новые риски, которые могут быть использованы злоумышленниками. Поэтому необходимо разработать эффективные меры по обеспечению безопасности и защиты данных, чтобы минимизировать потенциальные угрозы. Социальные изменения, вызванные развитием беспроводных технологий, также заслуживают отдельного внимания. Беспроводная связь изменила способы общения, работы и обучения, сделав их более доступными и гибкими. Появление новых форм взаимодействия, таких как видеозвонки и онлайн-курсы, стало возможным благодаря достижениям в области беспроводной связи. Это, в свою очередь, способствовало созданию более инклюзивного общества, где люди могут получать доступ к информации и услугам

независимо от их местоположения. Будущее беспроводной связи выглядит многообещающим.

Важно отметить, что развитие беспроводной связи не только зависит от технологических достижений, но и от социальной и экономической среды, в которой эти технологии внедряются. Таким образом, развитие беспроводной связи от радиосигналов до 5G является ярким примером того, как технологии могут трансформировать общество и экономику. Мы находимся на пороге новой эры, где беспроводные технологии будут играть ключевую роль в формировании нашего будущего. Важно, чтобы мы, как общество, осознавали как преимущества, так и вызовы, связанные с этими изменениями, и стремились к созданию безопасной и инклюзивной среды для всех пользователей. В конечном итоге, успех беспроводной связи будет зависеть от нашего умения адаптироваться к новым условиям и использовать возможности, которые она предоставляет.

### Список литературы

1. История развития беспроводных технологий [Электронный ресурс] // froloffgroup.ru - Режим доступа: <http://froloffgroup.ru/napravleniya-deyatelnosti/prodaza-telekommunikazionnih-uslug/14-novosti/f-telekommunikacii-articels/16-istoriya-razvitiya-besprovodnih-tehnologiy>
2. Сотовые сети 2G, 3G, 4G, 5G — как работают и в чем разница [Электронный ресурс] // club.dns-shop.ru - Режим доступа: <https://club.dns-shop.ru/blog/t-326-internet/43217-sotovyie-seti-2g-3g-4g-5g-kak-rabotaut-i-v-chem-raznitsa/>
3. 5G и кибербезопасность: все, что нужно знать [Электронный ресурс] // www.kaspersky.ru - Режим доступа: <https://www.kaspersky.ru/resource-center/threats/5g-pros-and-cons>, свободный. - Загл. с экрана
4. 7 преимуществ и 5 недостатков технологии 5G для... [Электронный ресурс] // evercare.ru - Режим доступа: <https://evercare.ru/news/7-preimuschestv-i-5-nedostatkov-tekhnologii-5g-dlya-zdravookhraneniya>

5. Архипов Кирилл Юрьевич, Крышкова Дарья Сергеевна ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕХОДА НА 5G В РАЗЛИЧНЫХ СЕГМЕНТАХ ЭКОНОМИКИ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ // Евразийский Союз Ученых. 2021. №3-8 (84). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-i-problemy-perehoda-na-5g-v-razlichnyh-segmentah-ekonomiki-i-promyshlennosti> (10.12.2024)

### Электронные лампы устарели?

*Матевосян Т.К., Аристов А. В., студенты,  
НИПС филиал ПривГУПС,  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

*Акимова Г. Н., преподаватель,  
НИПС филиал ПривГУПС,  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

**Аннотация:** в данной статье рассмотрены история развития электронных ламп (электровакуумных приборов), их достоинства и недостатки и применение в наши дни.

**Ключевые слова:** вакуум, электронные лампы, диоды, триоды, пентоды, кинескопы, энергопотребление.

Электронные лампы, также известные как вакуумные лампы или электронные трубки, были важным этапом в развитии электроники. Вот краткая история их создания, виды и некоторые изображения.

#### История создания

##### 1. Ранние эксперименты (конец 19 века):

В 1873 году физик Вильям Гладстон обнаружил, что электрический ток может проходить через вакуум. Это открытие стало основой для дальнейших ис-

следований. В 1883 году Томас Эдисон создал первую вакуумную лампу, которая использовала катод и анод для управления потоком электронов.

## 2. Создание триода (1906):

В 1906 году американский инженер Ли де Форест изобрел триод, который стал первой лампой с тремя электродами (катод, анод и сетка). Это устройство позволило усиливать электрические сигналы и стало основой для радиопередачи.

## 3. Расцвет (1920-1940-е годы):

В 1920-х и 1930-х годах электронные лампы стали широко использоваться в радиоприемниках, телевизорах и других устройствах. Они были основным компонентом в электронике до появления транзисторов.

### Виды электронных ламп

<p>Вакуумные лампы: используют вакуум для передачи электронов. Применяются в радиопередатчиках и усилителях</p>	
<p>Диоды: электронный компонент, который пропускает электрический ток только в одном направлении. Он состоит из двух основных частей: анода и катода. Диоды используются для выпрямления переменного тока, в качестве защитных элементов от переплюсовки, а также для преобразования высокочастотных сигналов.</p>	

Триоды: лампы с тремя электродами, которые могут усиливать сигналы.



Пентоды: лампы с пятью электродами, которые обеспечивают более высокую степень усиления

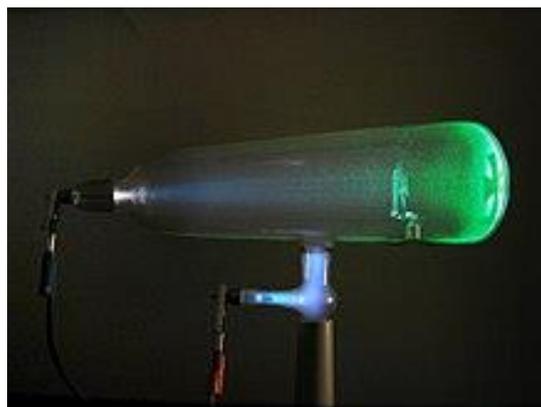


#### Кинескопы:

Используются в старых телевизорах и мониторах для отображения изображения

Безусловно, главным минусом можно считать сравнительно высокую стоимость кинескопов.

Данные лампы требуют бережного обращения даже после выхода их из строя, поскольку содержат в себе токсичные составляющие. Их нельзя выбрасывать вместе с обычными бытовыми отходами. Если такая лампа разобьется в помещении, то потребуется проведение уборки,



<p>как если был разбит ртутный градусник.</p>	
<p>Нувисторы: -сверхминиатюрная, оформленная в металлокерамическом корпусе, приёмно-усилительная радиолампа, электровакуумный прибор. Эта лампа хороша во всём. Низкое напряжение питания, от 10 В, практически полное отсутствие микрофонного эффекта. огромный диапазон рабочих температур от - 270 до + 350 градусов Цельсия, высокая рабочая частота, до 800 МГц и феноменальная механическая прочность.</p>	

### **Время электронных ламп прошло? Как бы не так**

Несмотря на значительное преобладание в элементной базе современных электронных схем полупроводниковых приборов и микросхем, электронные лампы по-прежнему пользуются большим спросом.

Взамен микросхем электронные и газоразрядные лампы используют и сегодня в различных сферах. Особенно в тех, где к приборам предъявляются требования повышенной стабильности параметров и надежности.

В частности до сих пор в технологическом процессе подрыва ядерной бомбы в Соединенных Штатах задействуются крайтроны, устройства, входящие в категорию газоразрядных ламп.

К современной военной технике всех видов предъявляются требования сохранять работоспособность в условиях разнообразных воздействий со стороны противника, включая создание помех электромагнитными импульсами.

С другой стороны военные конструкторы применяют лампы в устройствах, генерирующих сверхмощные радиоимпульсы, блокирующие работу техники и вооружения противной стороны.

Мощные максимально надежные по своим параметрам, использующие электронные лампы радиопередатчики, востребованы как военными ведомствами и МЧС, так и геологами, добытчиками природных ресурсов и различными иными структурами, а также космической отраслью.

К недостаткам электровакуумных ламп можно отнести завышенное против полупроводниковых приборов аналогичного применения энергопотребление и необходимость предварительного прогрева для выхода на рабочие параметры.

#### **Плюсов у электронных ламповых элементов гораздо больше:**

- В усилителях на их базе небольшое количество деталей.
- Они устойчивы как к небольшим температурным изменениям, так и к резким скачкам температуры.
- Электровакуумные лампы стабильно работают вне зависимости от различных воздействий: не изменяют своих параметров под действием меняющегося давления и радиации.
- Возникающие перегрузки электросети не оказывают какого-либо заметного влияния на характеристики работающего прибора.
- Лампы с вакуумом внутри не нуждаются в спецуходе.
- Ценным качеством является простота замены вышедшей из строя радиолампы.
- Радиолампы в основном отличает доступная стоимость и пр.

#### **Список литературы**

- [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F\\_%D0%BB%D0%B0%D0%BC%D0%BF%D0%B0](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BB%D0%B0%D0%BC%D0%BF%D0%B0)
- [https://dzen.ru/a/X7ke0p0v\\_jjuXuoI](https://dzen.ru/a/X7ke0p0v_jjuXuoI)
- <https://electricalschool.info/electronica/>

## **Развитие радиовещания в 1920-1930 годах**

*Метелкин Р.В., Семин А.И., студенты*

*НИПС филиал ПривГУПС,*

*г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

*Степанова С. Ф., преподаватель,*

*НИПС филиал ПривГУПС,*

*г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

***Аннотация:** Статья посвящена анализу процессов, происходивших в сфере радиовещания в Советском Союзе в период 1920-1930-х годов, рассматриваются ключевые этапы становления радиосистемы, начиная с экспериментального радиовещания в 1921 году и создания первой радиовещательной станции имени Коминтерна в 1924 году. Особое внимание уделяется развитию инфраструктуры, включая радиофикацию общественных мест и строительство новых радиостанций, что позволило обеспечить широкое покрытие сигналом. Статья освещает организацию радиовещания с созданием Радиокomiteта СССР и переходом к централизованной модели. Описание содержания передач включает информационные выпуски, пропаганду и культурные программы, демонстрируя, как радио стало важным инструментом для распространения знаний и формирования общественного мнения. В заключение статьи подчеркивается влияние радиовещания на общество, его роль в информировании населения и поддержке государственной политики. Работа демонстрирует, как радиовещание стало неотъемлемой частью культурной и политической жизни СССР, заложив основы системы, действующей и в наши дни.*

***Ключевые слова:** радиовещание, радиостанции, радио, радиопередачи.*

Период 20-30-х годов в Советском Союзе стал эпохой активного развития радиовещания, играющего важную роль в информировании населения, распространении коммунистической идеологии и формировании культурной жизни

страны. На этом этапе были заложены основы радиовещательной системы, которая оказала глубокое влияние на все последующие десятилетия.

Основные этапы развития

### **Начало радиовещания:**

1921 год: Экспериментальное радиовещание началось в Нижегородской радиолaborатории, что стало первым шагом к созданию регулярной радиосети в стране.

В 1924 году в Москве была основана первая радиовещательная станция имени Коминтерна, ставшая важным этапом в развитии радиовещания в Советском Союзе. Это событие ознаменовало переход от экспериментальных радиопередач к регулярному и организованному вещанию, что значительно повлияло на информационное пространство страны.

Основные моменты создания и функционирования станции:

Стратегическая цель: Радиостанция создавалась с целью информирования населения о событиях как внутри страны, так и за её пределами. Основным фокусом её работы была пропаганда коммунистических идей и социалистических ценностей.

Технические особенности: Станция была оснащена современным на тот момент оборудованием, что позволяло проводить передачи в эфире с высоким качеством звука. Это способствовало широкому распространению информации и улучшению доступа к ней населения.

Регулярное вещание: С момента своего создания радиостанция начала регулярные трансляции, охватывающие различные аспекты жизни общества: новости, образовательные программы, культурные передачи и агитационные материалы.

Культурное влияние: На станцию активно приглашались известные артисты, писатели и ученые, что способствовало усилению культурной жизни и популяризации советских художественных произведений.

Централизованное управление: Появление радиовещательной станции имени Коминтерна ознаменовало начало централизации радиовещания в стране,

что позже привело к созданию Радиокomiteта СССР. Это позволило эффективно контролировать содержание передач и унифицировать стандарты вещания.

### **Значение**

Создание радиовещательной станции имени Коминтерна стало не только важным шагом в развитии радиотехники, но и значительным событием в культурной и политической жизни Советского Союза. Радио начало выполнять функцию не только информирования, но и пропаганды, формируя общественное мнение и укрепляя идеологические установки государства. Станция стала символом нового подхода к информационным технологиям, открывая новые горизонты для общения с населением.

### **Развитие инфраструктуры:**

**Радиофикация:** В 20-е годы началась активная радиофикация, когда радиоприемники устанавливались в клубах, школах и государственных учреждениях.

**Строительство радиостанций:** Открытие новых радиостанций расширило зону покрытия и значительно улучшило качество сигнала.

### **Организация радиовещания:**

**Создание радиокomiteтов:** В 1924 году был основан Радиокomiteт СССР, который координировал работу всех радиостанций страны.

**Централизация вещания:** Радиовещание стало централизованным, что способствовало унификации содержания передач и усилению контроля над ними.

### **Содержание вещания:**

**Информационные передачи:** Радио стало основным источником новостей и информации, с регулярными выпусками новостей, освещающими события внутри страны и за ее пределами.

**Пропаганда и агитация:** Радио активно использовалось для пропаганды коммунистических идей и мобилизации населения на выполнение государственных задач.

**Культурные программы:** Пользовались популярностью музыкальные передачи, литературные чтения и образовательные программы.

### **Технические инновации:**

Развитие радиотехники: В 20-30-е годы активно развивалась радиотехника, что позволило улучшить качество звука и расширить диапазон вещания.

Коротковолновое вещание: В начале 1930-х годов началось использование коротковолновых передатчиков, что сделало возможным вещание на большие расстояния и охват отдалённых регионов.

### **Влияние на общество**

Информирование населения:

Доступ к информации: Радио стало основным источником информации, особенно в удаленных и малонаселенных районах.

Мобилизация: Во время значительных событий, таких как коллективизация и индустриализация, радио использовалось для координации действий и мобилизации населения.

### **Культурное влияние:**

Образование и просвещение: Радиопередачи способствовали распространению знаний и повышению уровня образования среди людей.

Поддержка культуры: Через радио поддерживались местные артисты и писатели, что способствовало развитию национальной культуры.

### **Политическое значение:**

Пропаганда: Радио стало мощным инструментом пропаганды, активно формируя общественное мнение и поддерживая государственную политику.

Идеологическая работа: Радиопередачи играли ключевую роль в идеологической работе, направленной на укрепление коммунистических идеалов в обществе.

Таким образом, период 20-30-х годов в СССР стал временем динамичного развития радиовещания, которое оказывало значительное влияние на информирование населения и культурную жизнь страны. Создание централизованной радиовещательной системы позволило унифицировать контент и повысить контроль над ним, превращая радио в неотъемлемую часть жизни советского общества с важными информационными и идеологическими функциями.

## Список литературы

1. [https://onair.ru/main/enews/view\\_msg/NMID\\_\\_90868/](https://onair.ru/main/enews/view_msg/NMID__90868/)
2. <https://www.radio-center.ru/enciklopedia.shtml>.

### История создания радиоэлектронной аппаратуры и ее роль

*Румянцев Д.С., Кашинин И.А., студенты  
НИПС-филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

*Завьялова С. В., преподаватель, к. истор. Н.  
НИПС-филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

*Аннотация:* в статье рассказывается об истории создания радиоэлектронной аппаратуры и ее роли в настоящее время.

*Ключевые слова:* радиоэлектронная аппаратура, электромагнитные волны, история.

Радиоэлектронная аппаратура (РЭА) - совокупность устройств, предназначенных для передачи, приема, обработки и хранения информации с использованием электромагнитных волн.

Какова история открытия и использования электромагнитных волн для передачи информации, каковы ключевые этапы истории развития радиоэлектронной аппаратуры?

История развития РЭА начинается с первой половины XIX века. Начало ей положили эксперименты К. Эрстеда, М. Фарадея, Д.К. Максвелла с электромагнетизмом. Максвелл сформулировал комплексную теорию электромагнитного поля и представил ее в «Трактате об электричестве и магнетизме» (1873 год), которая объединила в одну математическую рамку все известные на

тот момент факты об электричестве и магнетизме, взаимосвязи электрических и магнитных полей. Максвелл предсказал существование электромагнитных волн, распространяющихся в пространстве со скоростью света. Это означало, что свет также является формой электромагнитной волны. Это была своего рода революция в развитии радиосвязи. Открытие электромагнитных волн и их свойств стали основой для дальнейших исследований беспроводной коммуникации. Подтверждение теории Максвелла на практике произошло в 1887 году, когда немецкий физик Генрих Герц экспериментально обнаружил электромагнитные волны, создав оборудование, способное генерировать и обнаруживать эти волны. Так был открыт путь к практическому использованию электромагнитных волн в современных технологиях. Никола Тесла и Александр Попов независимо друг от друга разработали оборудование для беспроводной связи с помощью радиоволн. Никола Тесла в 1891 году сконструировал «резонанс-трансформатор» — устройство для передачи электроэнергии без использования проводов на большое расстояние. В 1893 году учёный выступил в Институте Франклина в Филадельфии и описал прибор, очень похожий на готовое радио. В нём должны были быть приёмник и передатчик электромагнитных волн, антенна, заземление, контур, катушка, репродуктор и конденсатор. В 1900 году Тесле выдали патент на одно из ключевых устройств для передачи радиосигналов — индукционную катушку. Александр Попов работал над радиопередатчиком для применения технологии в военно-морском флоте. В 1895 году он выступил перед своими коллегами-физиками с лекцией «Об отношении металлических порошков к электрическим колебаниям» и показал устройство, через которое передавались сообщения азбукой Морзе. Позже учёный усовершенствовал прибор и увеличил дальность сигнала в несколько раз — с 60 м до 250 м, а затем и до 600 м. В России изобретателем радио считают Александра Попова. В США же изобретателем радио официально признан Никола Тесла, и Александр Попов внесли значительный вклад в развитие радиотехники. Эти изобретения заложили основу для создания первых радиоустройств, которые использовались для передачи телеграфных сообщений.

Изобретение Ли де Форестом в 1906 году вакуумного триода (аудиона) способствовало усилению радиосигнала. Изобретатель пришёл к выводу, что эффективность работы двухэлектродной лампы Флеминга можно резко повысить, добавив в неё третий электрод. Клапан Флеминга – осцилляторный клапан, представляющий собой вакуумную трубку, он был изобретен в 1904 году английским физиком Д.А. Флемингом в качестве детектора для первых радиоприемников, которые использовались в электромагнитной беспроводной телеграфии. В результате последующих опытов де Форест нашёл самый удачный вариант: никелевую проволочную спираль (он назвал её «сеткой») вставил между нитью накаливания лампочки, помещённой в другой электрод цилиндрической формы, и токоприёмной пластиной. Пятнадцатого января 1907 года де Форест получил патент США на «Устройство для усиления слабых электрических токов». Однако первые прототипы аудиона де Фореста не давали хорошего усиления. Это произошло из-за неправильного понимания изобретателем принципов работы устройства. Усовершенствовал аудион и добился более мощного усиления радиосигнала Эдвин Армстронг. Он разработал схему с положительной обратной связью, которая позволила добиться этого с помощью колебательного контура, включённого в цепь с сеткой аудиона-триода.

В 1920 – е года начинается массовое производство радиоприемников, радио становится доступным для широкой аудитории, а в 1930 – е годы разрабатываются первые радиолокационные системы. С середины 20 века начинается эпоха полупроводников и интегральных схем. В 1947 году Д. Бардин, У. Браттейн, У. Шокли изобрели транзистор, в 1958 году Д. Килби и Р. Нойс независимо друг от друга создали интегральные системы, которые объединили несколько транзисторов на одном кристалле. Это стало основой для миниатюризации электронных устройств и привело к созданию первых микропроцессоров в 1970-х годах. В 1970-е годы появились первые персональные компьютеры, а в 1980-е – мобильные телефоны, которые стали массово использоваться в обществе. Цифровые технологии привели к созданию цифровых телевизоров, спутниковой системы связи, GPS-навигаторов и беспроводных сетей. В 1990-е годы Интернет стал

глобальной сетью, объединяющей миллионы устройств по всему миру. В настоящее время развитие РЭА продолжается ускоренными темпами. Современные устройства становятся всё более компактными, энергоэффективными и многофункциональными. Развиваются технологии искусственного интеллекта для обработки больших объёмов данных и автоматизации сложных процессов [1].

Каковы тенденции развития радиоэлектронной аппаратуры в настоящее время и какие задачи они решают?

Современные радиотехнические системы решают разнообразные задачи: передача информации (телевещание, радиовещание), дистанционное радиоуправление ракетами и космическими аппаратами, извлечение информации (радионавигация, радиолокация, радиоразведка), радиопротиводействие; они включают в себя радиомаяки, искусственные спутники планеты. Таким образом, расширяется область использования радиотехнических систем. Характерной чертой современной электроники является увеличивающаяся интеграция, которая способствует увеличению быстродействия системы в целом, развиваются высокоскоростные сети, в которых цифровые процессоры сигнала взаимодействуют с аналоговыми, радиотехнические системы становятся более надёжными, повышается автоматизация внутренних процессов системы, увеличивается когерентность. Таким образом, расширяется область использования радиотехнических систем, происходит их интеллектуализация на основе электронно-вычислительных машин. Радиотехническая аппаратура трансформируется от отдельных электронных составляющих узкого назначения (ячейки памяти, логические ячейки, транзисторы) к функциональным сложным интегральным микросхемам, увеличивается роль приборов и устройств в обработке информационных данных в радиотехнических системах, осваивается широкий диапазон радиоволн: от миллиметровых до сверхдлинных [2].

В наш век цифровизации и глобализации беспроводные технологии, такие как Wi-Fi и Bluetooth, стали неотъемлемой частью повседневной жизни. Развитие 3G, 4G и позже 5G технологий мобильной связи обеспечило высокоскоростной доступ в интернет где угодно и когда угодно, Интернет, мобильная связь

позволяют создавать глобальные сети, объединяющие людей, компании, учреждения по всему миру, обеспечивают обмен информацией, опытом, знаниями на любом расстоянии. Доступ к большому объему данных и ресурсов в реальном времени существенно влияет на экономику, образование, здравоохранение и социальное благополучие. Благодаря научно - технологическому прогрессу мы видим постоянное уменьшение размеров электронных компонентов при одновременном увеличении их производительности и функциональности, то есть наблюдается тенденция к миниатюризации элементов системы.

В настоящее время радиосвязь обеспечивает высокую скорость передачи информации, надежна и безопасна. Радиосвязь необходима в повседневной жизни, в промышленности, в авиации и морском деле, в экстренных службах безопасности жизнедеятельности людей, в военной сфере, в железнодорожном транспорте для повышения оперативности управления перевозками, эксплуатационной работой, предотвращения опасных нестандартных ситуаций, обеспечения сохранности грузов.

### **Список литературы**

1. История развития радиоэлектронной аппаратуры от первых изобретений до цифровой эпохи [Электронный ресурс]. – URL: <https://dzen.ru/a/> (дата обращения: 25.03.2025 г.).

2. Современное состояние и тенденции развития информационных технологий [Электронный ресурс]. – URL: [spravochnick.ru/elektronika\\_elektrotehnika\\_...](https://spravochnick.ru/elektronika_elektrotehnika_...) (дата обращения: 23.03.2025 г.).

## **Роль И. Г. Фреймана в развитии радиовещания**

*Тараканов Р. А., студент*

*НИПС-филиал ПривГУПС*

*г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

*Кущенко Л. С., преподаватель,*

*НИПС-филиал ПривГУПС*

*г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

***Аннотация:** Радио – одно из величайших открытий XIX века, к которому человечество неуклонно приближалось. Многие ученые мира внесли весомый вклад в его открытие. Среди них особое место принадлежит М. Фарадею, Дж. Максвеллу, Г. Герцу и другим, а также изобретателям радио А.С. Попову (1859–1906) и Г. Маркони (1874–1937). Одним из продолжателей начатого А.С. Поповым дела в России стал его ученик Имант Георгиевич Фрейман (1890–1929), который в 1907 г. окончил Митавское реальное училище (ныне г. Елгава, Латвия) и поступил в Санкт-Петербургский электротехнический институт Императора Александра III (ЭТИ). После окончания института в 1913 г. под руководством Фреймана начинается строительство мощных радиостанций для Морского ведомства и становлению новой области науки и техники в России – радиотехники. В данной статье рассматривается вклад Имант Георгиевич Фреймана, выдающегося советского радиоинженера и одного из основателей системного радиовещания в СССР. Анализируется его деятельность в период с 1920-х до 1930-х годов, когда радиовещание стало важным элементом культурного и информационного пространства страны. Статья охватывает ключевые аспекты работы Фреймана, включая создание первых радиостанций, его инновационные подходы к радиотехнике, разработку программного контента, а также роль в организации Радиокomiteта СССР. Исследуется, как самоидентификация Фреймана как инженера и новатора способствовала становлению*

*радиовещания как важнейшего инструмента в формировании массового сознания и культурной политики страны. Подчеркивается значимость его наследия в контексте дальнейшего развития медианейзажа в Советском Союзе и современном радиовещании. Статья направлена на углубленное понимание роли личностей в истории технологий и формирования коммуникационных практик.*

**Ключевые слова:** радиовещание, развитие, Имант Георгиевич Фрейман

Имант Георгиевич Фрейман (1896-1938) был выдающимся советским радиоинженером и одним из основателей радиовещания в СССР. Его вклад в эту область был многогранным и сыграл значительную роль в формировании радиовещательной системы страны.



Рис 1 Имант Георгиевич Фрейман

Основные аспекты его деятельности:

**Создание радиостанций:** Фрейман принимал непосредственное участие в организации и запуске первых радиостанций в Советском Союзе, включая радиовещательную станцию имени Коминтерна. Он работал над техническим оснащением, что способствовало качественной передаче сигнала.

**Технические инновации:** В своей работе Фрейман активно применял новейшие достижения радиотехники. Он занимался разработкой и внедрением новых методов трансляции, что улучшало качество радиопередач и расширяло географию вещания.

**Разработка программного контента:** Фрейман не только занимался технической стороной радиовещания, но и вносил идеи по разработке программного

контента. Он понимал важность театра, музыки и литературных передач для формирования культурного пространства и массового сознания.

Участие в организации радиокомитета: Иосиф Фрейман сыграл важную роль в создании и организации Радиокомитета СССР, который стал центром управления радиовещанием в стране. Это позволило координировать усилия по развитию радиосетей и стандартизации передач.

Образование и подготовка кадров: Фрейман активно занимался подготовкой специалистов в области радиотехники и медиакоммуникаций, что способствовало росту профессионалов в этой сфере и обеспечению устойчивого развития радиовещания.

Имант Георгиевич Фрейман внес значительный вклад в развитие советского радиовещания, особенно в период его становления и расширения. Его роль можно охарактеризовать следующим образом:

Организатор и инженер-практик: Фрейман был одним из пионеров советского радиовещания. Он занимался организацией строительства и наладки первых радиостанций в стране, включая мощные передатчики. Он не только руководил, но и лично участвовал в инженерных работах.

Разработчик технических решений: Фрейман принимал участие в разработке и внедрении новых технических решений для радиовещания, что способствовало повышению качества и дальности радиосигнала.

Обучение кадров: Фрейман занимался подготовкой и обучением инженерно-технических кадров для радиовещания. Это было особенно важно в первые годы, когда ощущалась острая нехватка квалифицированных специалистов.

Расширение сети радиовещания: Под руководством и при участии Фреймана сеть радиовещания в СССР активно расширялась, охватывая все больше регионов страны. Это способствовало распространению информации, культуры и образования среди населения.

Нормативное регулирование: Фрейман участвовал в разработке нормативной базы для радиовещания, что было необходимо для его упорядоченного развития.

Имант Георгиевич Фрейман стоял у истоков создания Русского общества радиоинженеров, а также инициировал движение радиолюбителей, понимая всю важность привлечения энтузиастов в новую отрасль.

Можно сказать, что Фрейман был одним из ключевых людей, стоявших у истоков советского радиовещания. Его организаторские способности, инженерные знания и опыт внесли большой вклад в его становление и развитие как важного средства массовой информации и связи. Более точная оценка его вклада требует доступа к архивным документам и специализированным исследованиям по истории советского радиовещания.

Вклад Иманта Георгиевича Фреймана в развитие радиовещания в Советском Союзе неоценим. Его работа стала основой для создания продвинутой радиосистемы, которая смогла эффективно выполнять функции информационного, культурного и пропагандистского инструмента. Фрейман оставил наследие, которое продолжает оказывать влияние на радиовещание и в современные времена, демонстрируя важность технологий и содержания в медиаландшафте.

### **Список литературы**

1. <https://blog.radiogold.pro/2023/08/13/imant-georgievich-frejman-pioner-sovetskoj-radiotehniki/>
2. [http://www.radioliga.com/07\\_05\\_2015.pdf](http://www.radioliga.com/07_05_2015.pdf)

## Интересные факты из истории развития радиотехники

*Яхно А. Р., студент*

*Тихорецкий техникум*

*железнодорожного транспорта – филиала РГУПС,*

*г. Тихорецк, Российская Федерация*

*Сафронова О. В., преподаватель*

*Тихорецкий техникум*

*железнодорожного транспорта – филиала РГУПС*

***Аннотация:** В статье рассказывается об истории развития радиотехники, начиная с необычных экспериментов Николы Теслы и заканчивая современными технологиями. Освещаются ключевые моменты в развитии радиоразведки во время Первой мировой войны, а также эволюция радиоприёмников — от громоздких устройств до компактных и многофункциональных аппаратов. Особое внимание уделяется необычным фактам и интересным событиям, которые сопровождали развитие радиотехники.*

***Ключевые слова:** Никола Тесла, кошки, эксперименты, электротехника, радиоразведка, Первая мировая война, радиоперехват, дешифровка, радиоприёмники, радиомания, бытовая электроника, транзисторы, цифровая эра, микроэлектроника, смартфоны, планшеты.*

История развития радиотехники полна удивительных открытий и неожиданных поворотов. Обсудим самые яркие и необычные моменты в этой области.

### **От кошки до эфира: эксперименты Теслы**

Никола Тесла был одним из самых необычных учёных в истории электротехники. Его эксперименты часто казались граничащими с магией, а методы исследования порой были весьма неожиданными. Одним из самых необычных направлений его исследований стали эксперименты с кошками. Тесла заметил,

что, когда он пропускал через своё тело высокое напряжение, его домашние питомцы начинали вести себя весьма странно. Их шерсть покрывалась искрами и начинала светиться в темноте. Учёный использовал это наблюдение для изучения электрических разрядов и их влияния на живые организмы.

В своей лаборатории Тесла создавал настоящие “электрические бури”. Во время экспериментов с высокочастотными токами все металлические предметы начинали искрить и потрескивать. Однажды это привело к забавной ситуации: приглашённый физик, войдя в лабораторию, в панике выбежал, решив, что попал в эпицентр электрического шторма.

Тесла славился эффектными публичными демонстрациями. Он мог подключать свои руки к высоковольтным проводам, заставляя электрические разряды пробегать по телу, при этом лампы в его руках начинали светиться. Зрители были настолько поражены, что некоторые считали его колдуном.

У учёного были и необычные привычки: он мог часами мыть руки, требовал до 18 полотенец в день, а обед всегда начинался ровно в 20:00 и длился строго 90 минут. Тесла страдал от навязчивых идей и мог отказаться от рукопожатия, если человек носил жемчужные украшения.

Эксперименты Теслы, порой кажущиеся странными и даже безумными, заложили основу современной электротехники. Его исследования, начавшиеся с наблюдения за кошками, привели к революционным открытиям в области электричества. Многие идеи Теслы, считавшиеся фантастическими в его время, сегодня стали реальностью.

Таким образом, путь от простых наблюдений за кошками до создания революционных технологий – это яркий пример того, как необычные эксперименты могут привести к великим открытиям.

### **Радиоразведка Первой мировой войны**

Первая мировая война стала переломным моментом в развитии радиоразведки. В этот период появились первые системы радиоперехвата и методы дешифровки сообщений противника. Одним из самых необычных случаев в истории радиоразведки стало наблюдение за чайками, которое помогло раскрыть

немецкий код.

В начале войны союзники столкнулись с серьёзными трудностями в дешифровке немецких радиосообщений. Однако наблюдение за поведением чаек на побережье дало неожиданный результат. Птицы регулярно прилетали к определённым точкам, где позже были обнаружены передатчики противника. Это наблюдение помогло определить местоположение немецких радиостанций и начать их мониторинг.

Важным этапом стало создание специальных подразделений радиоразведки. Операторы учились различать “голос” разных радиостанций и определять тип передатчика по характерным признакам сигнала.

Опыт Первой мировой войны заложил фундамент для дальнейшего развития радиоразведки и стал основой для создания современных методов радиоэлектронной разведки.

Таким образом, период Первой мировой войны стал ключевым этапом в развитии радиоразведки, где были заложены основы многих современных методов и подходов к анализу радиосигналов.

### **Радио в быту: эволюция приёмников**

Первые радиоприёмники были поистине монументальными устройствами. Они занимали целые комнаты и требовали специальных помещений для установки. Антенны растягивались между деревьями или зданиями, а заземление подключалось через водопроводные трубы.

1920-е годы: Радиомания

В 1920-х годах началась настоящая радиомания. Появились первые бытовые радиоприёмники, которые можно было разместить в квартире. Они представляли собой деревянные ящики с множеством ручек настройки и вакуумных ламп.

Интересные факты этого периода: появились первые радиокухни, где плита служила частью приёмной системы; антенны маскировались под элементы декора; люди собирались группами у единичных приёмников для прослушивания важных передач.

В 1930-х годах радиоприёмники стали предметом интерьера. Дизайнеры начали уделять внимание их внешнему виду: появились элегантные деревянные корпуса, использовались декоративные элементы, приёмники стали частью домашнего обихода.

После Второй мировой войны начался настоящий бум производства бытовой электроники: появились компактные настольные приёмники, усовершенствовали системы настройки, внедрили новые типы ламп.

Появление транзисторов в 1960-70-е годы произвело революцию в радиотехнике: приёмники стали значительно меньше, улучшилось качество приёма, снизилось энергопотребление.

С развитием микроэлектроники появились: первые цифровые приёмники, системы автоматической настройки, многофункциональные устройства.

Сегодня радиоприёмники: встроены в смартфоны и планшеты, имеют цифровое качество приёма, подключаются к Интернету, могут работать с различными форматами. Развитие радиоприёмников привело к изменению домашней обстановки, появлению новых форм досуга, трансформации способов получения информации, интеграции радио с другими видами связи.

История развития радиоприёмников – это яркий пример того, как сложное техническое устройство может стать неотъемлемой частью повседневной жизни. От огромных агрегатов начала XX века до современных компактных гаджетов – путь длиной в столетие, который продолжается и сегодня.

Каждый этап развития радиоприёмников отражал технологические достижения своего времени и одновременно влиял на формирование нового образа жизни людей. Сегодня мы можем наслаждаться качественным приёмом радиопередач в любом месте и в любое время, что было бы немыслимо всего сто лет назад.

История радиотехники – это не только научные открытия и технические достижения, но и множество удивительных историй, курьёзных случаев и неожиданных применений. Каждый этап развития этой науки приводил к появ-

лению новых идей и решений, которые меняли наш мир. Сегодня, когда мы пользуемся смартфонами и другими современными устройствами, важно помнить, что многие из этих технологий выросли из самых необычных и неожиданных идей прошлого. И кто знает, какие ещё удивительные открытия ждут нас в будущем?

### Список литературы

1. Глушков, В. П. "История радиотехники: от первых экспериментов до современных технологий." - Москва: Наука, 2019.
2. Кузнецов, И. Н. "Радиотехника: ключевые моменты и интересные факты." - Санкт-Петербург: Техническая литература, 2020.
3. Лебедев, С. М. "Эволюция радиосвязи: факты и достижения." - Минск: Польша, 2018.
4. Смирнов, А. В. "Радио и его история: от Маркони до цифровых технологий." - Москва: Издательство МГУ, 2021.
5. Тимошенко, Н. А. "История радиовещания: от первых передач до современности." - Санкт-Петербург: Издательство РГПУ, 2019.

## **Секция 4. Цифровая обработка сигналов.**

### **Системы передачи информации**

#### **Современные способы цифровой обработки сигналов**

*Асрибабаян Э. Г., студент*

*Тихорецкий техникум*

*железнодорожного транспорта – филиала РГУПС,*

*г. Тихорецк, Российская Федерация*

*Сафронова О. В., преподаватель*

*Тихорецкий техникум*

*железнодорожного транспорта – филиала РГУПС,*

*г. Тихорецк, Российская Федерация*

***Аннотация:** В этом докладе рассмотрены современные методы цифровой обработки сигналов, которые играют важную роль в различных сферах, таких как телекоммуникации, медицина, радиосвязь и мультимедиа. Мы рассмотрим основные методы цифровой обработки сигналов, включая фильтрацию, преобразование Фурье, сжатие данных и обработку изображений. Особое внимание уделено интеграции технологий машинного обучения и искусственного интеллекта, которые значительно расширяют возможности анализа и обработки сигналов. Также раскрыты перспективы развития цифровой обработки сигналов, включая влияние квантовых вычислений и интернета вещей (IoT). В заключение подчеркнута важность цифровой обработки сигналов как одной из ключевых технологий современности, которая способствует улучшению качества жизни и эффективности различных систем.*

***Ключевые слова:** цифровая обработка сигналов, фильтрация сигналов, преобразование Фурье, сжатие данных, обработка изображений, машинное обучение, искусственный интеллект, квантовые вычисления, Интернет вещей, телекоммуникации, медицина, радиосвязь, мультимедиа.*

Цифровая обработка сигналов (ЦОС) представляет собой область, занимающуюся обработкой сигналов с использованием цифровых технологий. Сигналы могут быть представлены в виде звука, изображений, видео или любых других форм данных.

Современные методы цифровой обработки сигналов находят широкое применение в различных областях, таких как телекоммуникации, медицина, радиосвязь и другие. В данном докладе мы рассмотрим основные методы и технологии, используемые в ЦОС, их применение и перспективы развития.

Процесс цифровой обработки сигналов включает в себя преобразование, анализ и синтез сигналов для достижения определённых целей. Основные цели ЦОС включают:

- устранение шумов и искажений; улучшение качества сигнала;
- сжатие данных; извлечение полезной информации из сигналов.

Процесс цифровой обработки начинается с преобразования аналогового сигнала в цифровой. Это достигается с помощью двух основных этапов:

- дискретизация - процесс выборки значений сигнала в определённые моменты времени;
- квантование - процесс округления значений до ближайших дискретных уровней.

Эти два этапа обеспечивают представление аналогового сигнала в цифровом формате, который может быть обработан компьютером.

Фильтрация является одним из основных методов обработки сигналов. Она позволяет удалять нежелательные компоненты сигнала и выделять важные характеристики.

- низкочастотные фильтры - пропускают сигналы с частотами ниже заданного порога;
- высокочастотные фильтры - пропускают сигналы с частотами выше заданного порога;
- полосовые фильтры - пропускают сигналы в определённом диапазоне частот.

Современные алгоритмы фильтрации, такие как адаптивные фильтры, позволяют автоматически настраивать параметры фильтра в зависимости от изменяющихся условий.

Преобразование Фурье является мощным инструментом для анализа частотных характеристик сигналов. Оно позволяет преобразовать временной сигнал в его частотное представление. \*быстрое преобразование Фурье (БПФ) - алгоритм, который значительно ускоряет вычисление преобразования Фурье. Он широко используется в аудио- и видеопроцессинге, а также в радиосвязи.

Сжатие данных позволяет уменьшить объём информации без значительной потери качества. Современные алгоритмы сжатия включают:

- lossless (без потерь) - сохраняет все данные оригинального сигнала (например, алгоритмы ZIP);
- lossy (с потерями) - удаляет некоторые данные для достижения более высокого уровня сжатия (например, MP3 для аудио или JPEG для изображений).

Обработка изображений является важной частью ЦОС и включает в себя методы улучшения качества изображений, распознавания объектов и анализа изображений:

- фильтрация изображений - удаление шумов и артефактов;
- преобразование Гаусса - используется для размытия изображения и уменьшения деталей;
- методы сегментации - позволяют выделять интересующие области на изображении для дальнейшего анализа.

Современные методы ЦОС всё чаще используют алгоритмы машинного обучения и искусственного интеллекта для анализа и обработки сигналов. Эти технологии позволяют:

- автоматически классифицировать и распознавать объекты на изображениях;
- предсказывать поведение сигналов на основе исторических данных; оптимизировать параметры обработки в реальном времени.

В телекоммуникациях ЦОС используется для повышения качества связи, уменьшения помех и оптимизации передачи данных. Методы фильтрации и сжатия данных позволяют эффективно передавать информацию по каналам связи.

В медицине ЦОС применяется для анализа медицинских изображений (например, МРТ или КТ), мониторинга здоровья пациентов и обработки биомедицинских сигналов (например, ЭКГ). Это позволяет врачам более точно диагностировать заболевания и следить за состоянием пациентов.

В радиосвязи ЦОС используется для модуляции и демодуляции сигналов, а также для управления интерференцией и шумами. Алгоритмы обработки сигналов помогают обеспечивать стабильную связь даже в сложных условиях.

В аудио- и видеотехнологиях ЦОС применяется для улучшения качества звука и изображения, а также для создания новых форматов сжатия данных. Это позволяет создавать высококачественные мультимедийные продукты.

Современные технологии продолжают развиваться, и ЦОС не является исключением. Некоторые из перспективных направлений включают:

- квантовые вычисления могут значительно ускорить процессы обработки сигналов, позволяя решать задачи, которые сейчас требуют огромных вычислительных ресурсов;
- интернет вещей (IoT) требует эффективной обработки больших объёмов данных.

ЦОС будет играть ключевую роль в анализе и обработке этих данных. Интеграция более сложных алгоритмов машинного обучения и глубокого обучения в ЦОС позволит улучшить качество обработки сигналов и автоматизировать многие процессы.

Цифровая обработка сигналов остаётся одной из ключевых технологий современности, которая продолжает развиваться благодаря новым технологиям и методам. Современные способы ЦОС находят широкое применение в различных сферах жизни, от медицины до телекоммуникаций. Перспективы развития этой

области обещают ещё больше инноваций и улучшений, которые будут способствовать повышению качества жизни и эффективности работы различных систем.

### Список литературы

1. Митра С. К. "Цифровая обработка сигналов: компьютерный подход", 2019.
2. Смит С. У. "Руководство ученого и инженера по цифровой обработке сигналов", 2017.
3. Прокакис Дж. Г., Манолакис Д. Г. "Цифровая обработка сигналов: принципы, алгоритмы и приложения", 2018.
4. Гонсалес Р. С., Вудс Р. Е. "Цифровая обработка изображений", 2018.
5. Кумар А., Гупта С. "Цифровая обработка сигналов: основы и приложения", 2020.

### Цифровая обработка сигналов в системах передачи информации

*Болеев П. Б., студент*

*НИПС-филиал ПривГУПС*

*г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

*Быстрова Т. И., преподаватель*

*НИПС-филиал ПривГУПС*

*г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

*Аннотация:* В данной статье рассматриваются основные принципы цифровой обработки сигналов (ЦОС) и их применение в системах передачи информации. Обсуждаются ключевые методы и алгоритмы, используемые для повышения качества передачи данных, а также влияние различных факторов на

*эффективность систем. Особое внимание уделяется современным технологиям, таким как кодирование и модуляция, которые играют важную роль в обеспечении надежности и скорости передачи информации.*

**Ключевые слова:** *Цифровая обработка сигналов, системы передачи информации, кодирование, модуляция, качество передачи данных.*

Цифровая обработка сигналов (ЦОС) — это область, охватывающая методы обработки сигналов, представленными в цифровом виде. Она активно используется в самых разных сферах, включая связь, аудио- и видеотехнику, медицинскую диагностику и многие другие. Основная идея ЦОС заключается в том, чтобы преобразовать аналоговые сигналы, которые представляют физические величины, в цифровую форму с помощью аналогово-цифрового преобразователя. Это позволяет применять различные алгоритмы для анализа, фильтрации, компрессии и восстановления сигналов.

Цифровая обработка сигналов имеет множество преимуществ перед аналоговой, таких как электронная стабильность, легкость хранения и передача данных, а также возможность применения сложных алгоритмов. Например, в аудиотехнике ЦОС позволяет создавать эффекты, такие как эквалазация и реверберация, улучшая качество звука. В области изображения ЦОС применяется для обработки и улучшения изображения, что важно в таких отраслях, как медицина, где требуется высокая точность для диагностики.

Одним из первых этапов ЦОС является дискретизация, которая представляет собой процесс преобразования аналогового сигнала в цифровую форму. Дискретизация включает в себя выборку значений сигнала в определенные моменты времени и их квантование. Качество дискретизации напрямую влияет на точность и полноту передаваемой информации. Чем выше частота дискретизации, тем более точно можно воспроизвести оригинальный сигнал, однако это также требует большего объема памяти и вычислительных ресурсов.

Кодирование сигналов играет критическую роль в процессе передачи и хранения информации, обеспечивая ее преобразование в форму, которая наиболее удобна для работы. Этот этап является неотъемлемой частью цифровой обработки сигналов и включает в себя разнообразные методы, такие как линейное, блоковое и сверточное кодирование. Каждый из этих методов служит для достижения различных целей, включая защиту данных от искажений и потерь, что особенно актуально в условиях нестабильных и шумных каналов связи.

Линейное кодирование представляет собой базовый метод, который использует последовательное преобразование данных, основываясь на специальных кодах для представления значений сигнала. Этот подход часто применяется в простых системах связи, где необходима надежная передача информации, минимизирующая вероятность ошибок. Блоковое кодирование, в свою очередь, включает в себя разбиение данных на блоки фиксированного размера, что позволяет применять определенные алгоритмы для коррекции ошибок. Это особо полезно в ситуациях, когда потери данных могут произойти в результате внешних воздействий, таких как шум или искажения в канале передачи.

Сверточное кодирование представляет собой более сложный метод, который использует свертки для формирования кодовых слов. Этот подход эффективно справляется с проблемами ошибок в каналах связи и обеспечивает высокую степень защиты данных благодаря внедрению дополнительных битов информации, что позволяет восстанавливать оригинальные данные даже в случае их частичных потерь. Такой метод часто применяется в современных системах связи, включая мобильные сети и спутниковую связь, где надежность передачи информации является критически важной.

Кроме обеспечения целостности данных, кодирование также включает в себя методы сжатия информации, что позволяет значительно уменьшить объем передаваемой информации. Это особенно важно в условиях ограниченной пропускной способности каналов связи. Во время передачи данных по сетям, таких как Интернет, эффективность использования доступного пропускного канала может существенно повыситься за счет снижения объема передаваемых данных.

Сжатие может быть как безпотерянным, так и потерянным. Безпотерянные методы сжатия сохраняют полное качество исходных данных, что важно в таких областях, как передачи текстов или изображений, где потеря даже небольших деталей может повлиять на итоговое качество.

Потерянные методы сжатия, напротив, допускают утрату определенной информации в пользу значительного уменьшения размера данных. Этот подход особенно часто используется в мультимедийных приложениях, таких как сжатие видео и аудио, где допустимая потеря качества не критична для восприятия конечного пользователя. Популярные кодеки, такие как MP3 для аудио и JPEG для изображений, используют потерянные методы сжатия, позволяя эффективно управлять большими объемами данных, сохраняя при этом приемлемое качество восприятия.

Модуляция представляет собой важнейший метод обработки сигналов в цифровых и аналоговых системах связи, который позволяет эффективно передавать информацию по различным каналам связи. Процесс модуляции заключается в изменении одного или нескольких параметров несущего сигнала, таких как его амплитуда, частота или фаза, исходя из передаваемых данных. Этот метод позволяет оптимизировать передачу сигналов, адаптируя их к условиям среды и обеспечивая возможность передачи большего объема информации без потерь.

Одним из самых распространённых видов модуляции является амплитудная модуляция (АМ). При амплитудной модуляции амплитуда несущего сигнала изменяется в соответствии с уровнем информационного сигнала, который передается. Основным преимуществом АМ является его простота реализации, что делает его популярным в радиовещании, особенно на коротких волнах. Однако этот метод также имеет свои недостатки. Основным из них является высокая восприимчивость к помехам и шумам. Даже небольшие изменения в окружающей среде, такие как атмосферное воздействие или электромагнитные помехи, могут значительно испортить качество принимаемого сигнала.

Частотная модуляция (FM) является ещё одним распространённым методом, который обеспечивает значительную устойчивость к шумам. В FM несущая

частота изменяется в зависимости от амплитуды информационного сигнала. Поскольку основное изменение происходит именно в частоте, FM-трансляции менее подвержены влиянию помех, обеспечивая более высокое качество звука и меньшую вероятность искажений. Основное применение частотной модуляции можно наблюдать в радиовещании на УКВ-диапазоне, а также в телевидении и аудиопередачах, где важна высокая степень чистоты звука.

Фазовая модуляция (PM) представляет собой ещё один вид модуляции, в которой фаза несущего сигнала изменяется в соответствии с характеристиками передаваемого сигнала. Этот метод часто используется в цифровых сигналах и имеет свои уникальные преимущества. Фазовая модуляция хорошо сочетается с другими цифровыми методами, такими как фазово-смешанная модуляция (PSK), которая активно применяется в современных системах связи, поскольку она обеспечивает высокую спектральную эффективность и возможность передачи данных с высокой скоростью.

Каждый из этих методов модуляции имеет свои особенности и области применения. На практике выбор конкретного типа модуляции зависит от множества факторов, включая требования к качеству передачи, условия среды, наличие помех и специфику самого передаваемого сигнала. В современных системах связи смешение различных методов модуляции и использование новых технологий, таких как цифровая модуляция, является важной составляющей для достижения высокого качества передачи информации и оптимизации использования доступных ресурсов.

Коррекция ошибок играет исключительно важную роль в системах передачи информации, так как в процессе передачи данных через каналы связи возникают различные искажения и помехи, которые могут привести к потере или повреждению информации. Возможность обнаруживать и исправлять такие ошибки становится критически важной, особенно при передаче данных в условиях ненадёжных каналов, где вероятность появления ошибок значительно возрастает.

Одним из самых известных и широко используемых алгоритмов для коррекции ошибок является код Хэмминга. Он был разработан в 1950-х годах и позволяет эффективно обнаруживать и исправлять одиночные ошибки в переданном коде. Код Хэмминга использует дополнительные биты, называемые контрольными, которые добавляются к исходным данным. Эти контрольные биты помогают определить положение и наличие ошибок в данных. Когда данные передаются, получатель может проверить контрольные биты и, в случае возникновения ошибки, скорректировать её, обеспечивая тем самым целостность передаваемой информации.

Другим важным примером коррекции ошибок являются коды Рида-Соломона, которые предназначены для работы с блоками данных и могут корректировать множественные ошибки. Коды Рида-Соломона использованы в таких технологиях, как CD и DVD, а также в системах хранения данных и в цифровом телевидении. Эти коды основаны на идеях теории полиномов и используют метод интерполяции для восстановления искажённых данных, что обеспечивает высокую степень надёжности их содержания. Применение таких алгоритмов имеет большое значение, особенно в условиях, когда информация передаётся по неустойчивым и шумным каналам, что делает их особенно полезными в различных областях, таких как радиосвязь, спутниковая связь и даже интернет-коммуникации.

В современных системах применяются также более сложные и продвинутые методы коррекции ошибок, такие как низкодуплексные коды и коды конкатенированные. Эти методы обеспечивают ещё большую надёжность и эффективность передачи информации, позволяя справляться с проблемами, возникающими в реальных условиях эксплуатации. Составление и использование этих алгоритмов требует глубокого понимания теории информации и статистики, но при этом они обеспечивают необходимый уровень защиты данных и позволяют уверенно передавать информацию даже в сложных условиях.

Современные технологии связи, например, 5G и оптоволоконные сети, со-

здают новые возможности для передачи информации, но также предъявляют высокие требования к системам, которые обеспечивают эту передачу. В условиях непрерывно растущих объемов данных и потребности в стабильном соединении, методы, такие как адаптивная модуляция и кодирование (ЦОС), становятся все более актуальными. Эти подходы значительно повышают как скорость, так и надежность потоков данных, что особенно важно для работы в условиях изменяющейся среды и сложных характеристик каналов связи.

Адаптивные системы представляют собой интеллектуальные решения, которые способны динамически изменять свои параметры модуляции и кодирования в зависимости от текущих условий канала. Например, если связь становится менее стабильной или уровень помех увеличивается, система может переключиться на более устойчивые и менее чувствительные к искажениям методы модуляции. Это помогает не только поддерживать качество сигнала, но и снижать вероятность потери данных, что является критически важным для приложений, требующих высокой надежности передачи.

Одним из ключевых преимуществ таких адаптивных систем является их способность оптимизировать использование доступных ресурсов, адаптируясь к текущей ситуации на канале. Это означает, что в условиях хорошего качества сигнала система может использовать более сложные схемы модуляции для достижения максимальной скорости передачи данных. В то время как в условиях ухудшенной связи происходит снижение скорости, но улучшение надежности за счет более простых методов передачи. Таким образом, адаптивная модуляция и кодирование обеспечивают баланс между скоростью и надежностью, позволяя эффективно использовать имеющиеся ресурсы.

Кроме того, внедрение таких технологий становится особенно актуальным в свете роста популярности сервисов, требующих высокой пропускной способности, таких как видеостриминг, онлайн-игры и другие мультимедийные приложения. Адаптивные методы позволяют улучшить пользовательский опыт, минимизируя задержки и прерывания связи, что, в свою очередь, является важным фактором в конкурентной среде рынка телекоммуникаций.

В заключение, цифровая обработка сигналов (ЦОС) действительно занимает центральное место в современных системах передачи информации, обеспечивая передачу и обработку данных с высокой эффективностью и надежностью. На фоне стремительно растущих объемов информации, вызванных увеличением числа пользователей и устройств, а также ростом потребления контента, качество передачи данных становится важнейшим фактором для обеспечения удовлетворения потребностей пользователей.

Современные методы ЦОС, такие как адаптивная модуляция и кодирование, многопользовательские технологии и сложные алгоритмы обработки сигналов, позволяют существенно повысить скорость передачи, минимизировать задержки и оптимизировать использование доступных спектров частот. Эти технологии обеспечивают динамическое подстраивание параметров передачи в зависимости от условий канала, что позволяет сохранять высокое качество связи даже в сложных условиях. Например, в ситуациях с высокой загруженностью сети или изменяющимся качеством канала, методы ЦОС способны адаптироваться, снижая потребление ресурсов, но при этом поддерживая минимально допустимую скорость передачи данных.

Будущее ЦОС связано с непрерывным развитием алгоритмов и технологий, что открывает новые горизонты в области передачи информации. Инновации в области машинного обучения и искусственного интеллекта уже начинают интегрироваться в цифровые системы обработки, что обещает еще более умные и эффективные решения для оптимизации потоков данных. Например, смогут разрабатываться предиктивные модели, которые заранее определяют поведение сети и адаптируют параметры связи для повышения их эффективности, что является значительным шагом вперед.

Также стоит отметить, что развитие технологий, таких как 5G, предполагает не только улучшение характеристик передачи, но и внедрение новых возможностей для связи между устройствами. Это, в свою очередь, ведет к созданию более совершенных и гибких архитектур сетей, способных поддерживать

огромное количество подключенных устройств, обеспечивая при этом высокую скорость и надежность связи.

Таким образом, цифровая обработка сигналов находится в состоянии постоянной эволюции, активно реагируя на вызовы времени и достигнутые технологические успехи. Будущее ЦОС обещает не только улучшение существующих систем связи, но и создание принципиально новых возможностей, способствующих дальнейшему развитию цифровых коммуникаций и социальных взаимодействий. В этом контексте остаётся лишь надеяться на успешную интеграцию новых технологий, которые смогут обеспечить устойчивость и качество связей в мир быстро меняющихся требований и направлений.

### Список литературы

1. Выставка "СВЯЗЬ-2024"// Официальный сайт Sviaz-expo [электронный ресурс]. URL: <https://www.sviaz-expo.ru/ru/ui/17139/>
2. Кренев, Александр Николаевич. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие  
/ А. Н. Кренев, П. Е. Петухов ; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова. — Ярославль : ЯрГУ, 2019. — 128 с.
3. Основы цифровой обработки сигналов: введение, сигналы, шумы, помехи, решаемые задачи // Официальный сайт Экспонента [электронный ресурс]. URL: <https://hub.exponenta.ru/post/osnovy-tsifrovoy-obrabotki-signalov281>
4. Курс лекций «Основы цифровой обработки сигналов» // Официальный сайт Хабр [электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/articles/460445/>
5. Введение в цифровую обработку сигналов // Официальный сайт Хабр [электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/articles/807281/>

## **Организация первичной сети и высокоскоростной сети передачи данных на малодеятельном участке Кругобайкальской железной дороги**

*Дмитриева А. П., студентка*

*Улан-Удэнский колледж железнодорожного транспорта – филиал ФГБОУ ВО «ИрГУПС»  
г. Улан-Удэ Республика Бурятия*

*Дмитриева Т. Ф., преподаватель*

*Улан-Удэнский колледж железнодорожного транспорта – филиал ФГБОУ ВО «ИрГУПС»  
г. Улан-Удэ Республика Бурятия*

***Аннотация.** В статье рассматриваются первичные сети связи и высокоскоростные сети передачи данных; проблемы малодеятельного участка Кругобайкальской железной дороги и пути их решения.*

***Ключевые слова.** Первичная сеть, сетевые узлы, передача данных, мультиплексор, маршрутизаторы.*

Первичная сеть связи представляет собой комплекс сетевых узлов, станций и линий передачи, формирующих систему стандартных каналов и групповых трактов. В сетевых узлах размещается оборудование для передачи данных и устройства для транзита и переключения, которые управляют каналами и траекториями в рамках первичной сети. На сетевых станциях, как правило, маршрутизация каналов не осуществляется. Основная функция первичной сети связи заключается в организации стандартных каналов и групповых трактов, а также в предоставлении их вторичным сетям.

Сеть связи ОАО «РЖД», являясь ведомственной, входит в состав ВСС РФ и охватывает всю сеть железных дорог страны. Особенности построения пер-

вичной сети связи в железнодорожном транспорте определяются административной структурой и спецификой управления грузовыми и пассажирскими потоками, так как транспортная связь по своей природе является технологической.

Сети передачи данных становятся все более универсальной средой для обмена различной информацией, как между конечными пользователями, так и между служебными устройствами. Чем больше универсальность, тем выше требования к системе. Сети передачи данных на железной дороге играют решающую роль в обеспечении взаимодействия сотрудников внутри ОАО «РЖД», ее контор, офисов, станций и филиалов, расположенных как в непосредственной близости, так и на значительном удалении друг от друга, включая удаленных сотрудников, партнеров и клиентов.

Для организации передачи данных различного характера может использоваться обычное подключение к сети Интернет при условии достаточной пропускной способности. Однако для передачи конфиденциальной информации, от которой зависит эффективность и безопасность деятельности организации, необходимо обеспечить надежность, стабильность и защиту сети передачи данных. В связи с этим ОАО «РЖД» требуется разработка и внедрение собственной сети передачи данных, оптимизированной под характер ее деятельности.

Передача данных между устройствами может осуществляться локально или удаленно. Локальная связь происходит непосредственно между людьми с использованием голоса, тогда как удаленная связь организуется с помощью средств передачи информации. Передача данных подразумевает обмен информацией, представленным в заранее оговоренной форме, между устройствами через определенную среду.

Передача данных может осуществляться в одном из трех режимов:

- симплексный: связь однонаправленная; только одно из двух устройств может использовать канал для передачи;

- полудуплексный: каждое устройство может передавать и принимать данные, но поочередно. В один момент времени канал занят только одним передающим устройством;

- дуплексный: оба устройства могут одновременно передавать и принимать данные. Для этого требуется две отдельные физические линии или использование общей емкости канала для сигналов в обоих направлениях;

Сеть передачи данных представляет собой совокупность трех и более конечных устройств (терминалов), объединенных каналами передачи данных и коммутирующими устройствами (узлами сети), обеспечивающими обмен сообщениями между всеми конечными устройствами.

В рамках актуальных проектов по строительству и модернизации систем связи на железнодорожном транспорте особое внимание уделяется Кругобайкальской железной дороге, где выявлены несколько ключевых проблем. Основные сложности включают нестабильность передачи данных, вызванную плохим качеством сигнала и недостаточной мощностью передатчика, а также технические неисправности оборудования, такие как сбои в работе маршрутизаторов и коммутаторов, а также неполадки в системе питания.

Для решения этих проблем на малодеятельных участках необходимо сосредоточиться на улучшении качества линии связи, модернизации оборудования и проведении дополнительных работ по усилению сигнала. Комплексный подход к решению данных вопросов включает регулярные проверки оборудования и линий связи, что позволяет своевременно выявлять и устранять возможные неполадки.

Одним из эффективных решений для организации высокоскоростной сети передачи данных на удаленных узлах связи является использование мультисервисного мультиплексора СМК-30, коммутатора Cisco 2960 и маршрутизатора Cisco ASR 920. Данная комбинация оборудования не только решает перечисленные выше проблемы, но и позволяет организовать резервное соединение.

Кроме того, использование мультиплексоров предоставляет ряд дополнительных преимуществ, таких как:

- возможность удаленного управления и настройки оборудования;
- повышенная надежность за счет двойного источника питания;
- организация соединения по оптическому кабелю;

- подключение аналоговых телефонных аппаратов на удаленных узлах связи при необходимости;

- мониторинг устройств связи по технологии Ethernet.

Таким образом, реализация современных технологий и систем связи на железнодорожном транспорте, в частности на Кругобайкальской железной дороге, является важным шагом к обеспечению стабильности и надежности коммуникаций, что в свою очередь повысит эффективность работы всего транспортного сектора.

### Список литературы

1. <https://www.sviaz-expo.ru/ru/articles/2016/peredacha-dannyh/> - Передача данных: каналы, сети, виды, интернет, 2023.
2. [https://studbooks.net/2340692/tehnika/ponyatie\\_setey\\_peredachi\\_dannyh\\_klas\\_sifikatsiya](https://studbooks.net/2340692/tehnika/ponyatie_setey_peredachi_dannyh_klas_sifikatsiya) - Понятие сетей передачи данных и их классификация, Телефонные сети - Основы инфокоммуникационных технологий, 2023
3. <https://www.sviaz-expo.ru/ru/articles/2016/seti-peredachi-dannyh/> - Сети передачи данных: виды, построение, особенности, 2023
4. [https://studref.com/431908/informatika/sistema\\_obespecheniya\\_informatsionnoy\\_bezopasnosti\\_seti\\_peredachi\\_dannyh](https://studref.com/431908/informatika/sistema_obespecheniya_informatsionnoy_bezopasnosti_seti_peredachi_dannyh) - Система обеспечения информационной безопасности сети передачи данных ОАО «РЖД», 2023

## **Роль цифровой обработки информации в современном мире**

*Зотов А. Р., студент*

*Тихорецкий техникум*

*железнодорожного транспорта – филиала РГУПС,*

*г. Тихорецк, Российская Федерация*

*Чайкина Л. Н., преподаватель*

*Тихорецкий техникум*

*железнодорожного транспорта – филиала РГУПС,*

*г. Тихорецк, Российская Федерация*

***Аннотация:** В данной статье рассматривается роль цифровой обработки информации в современном мире. Подчеркивается, что цифровая обработка сигналов является важной составляющей в системах передачи информации на железнодорожном транспорте.*

***Ключевые слова:** информация, технологии, цифровая обработка, данные, системы передачи информации, сигналы.*

Цифровая обработка сигналов играет ключевую роль в системах передачи информации в железнодорожном транспорте, обеспечивая высокоэффективную передачу данных и управление процессами на сети. Одной из важных задач данного направления является повышение качества голосовых сообщений, передаваемых между поездами и диспетчерским центром. С помощью цифровой обработки можно минимизировать шумы и помехи, возникающие во время передачи, гарантируя тем самым более четкую и понятную связь между участниками.

Ещё одной задачей обработки сигналов является отслеживание местоположения поездов на железной дороге. Для этих целей применяются спутниковые навигационные системы, такие как GPS. Цифровая обработка сигналов позволяет обрабатывать информацию, получаемую от GPS, и определять координаты поезда с высокой точностью.

ЦОС активно используется для выявления неисправностей на железной дороге. Например, с его помощью можно обнаружить повреждения рельсов или снижение скорости поезда. Это дает возможность оперативно реагировать на возникшие проблемы и предотвращать аварийные ситуации.

Системы передачи информации на железнодорожном транспорте должны отличаться надежностью и эффективностью. Для этого применяются технологии, такие как GSM-R и Wi-Fi. GSM-R представляет собой специализированную систему связи, предназначенную для обмена голосовыми сообщениями и данными между поездами и диспетчерским центром. Wi-Fi, в свою очередь, обеспечивает беспроводную передачу данных между различными устройствами на железной дороге.

Одним из значительных преимуществ систем передачи информации на железнодорожном транспорте является возможность мониторинга состояния поездов в реальном времени. Это позволяет отслеживать скорость, местоположение и другие важные параметры, улучшая безопасность на железной дороге и повышая эффективность работы поездов.

Современные системы передачи информации на железной дороге включают GSM-R (Global System for Mobile Communications – Railway) — это специализированная система связи, разработанная для нужд железнодорожного транспорта. Она имеет многочисленные особенности, которые делают её более эффективной по сравнению с обычными мобильными сетями, позволяя обеспечить связь между поездами и диспетчерским центром в реальном времени.

Система GSM-R Supporting Voice and Data позволяет передавать не только голосовые и текстовые сообщения, но и данные о местоположении и состоянии поезда. Благодаря этому диспетчеры могут оперативно реагировать на проблемы и координировать движение поездов.

К основным преимуществам GSM-R относятся высокая надежность, качество связи и удобство использования. Система обеспечивает шифрование данных и защиту от перехвата, что важно для безопасной передачи конфиденциальной информации. На сегодняшний день большинство железных дорог по всему

миру применяют GSM-R для коммуникации между поездами и диспетчерским центром, что способствует повышению безопасности и эффективности движения, а также снижает время задержек и аварийных ситуаций.

Железнодорожная система автоматической блокировки (ЖСАБ) представляет собой механизм контроля за движением поездов, направленный на обеспечение их безопасности через автоматическое отслеживание скорости и дистанции между составами. Эта система включает в себя различные элементы, такие как рельсовые цепи, сигнальные устройства, блокировочные механизмы, коммуникационные системы и устройства контроля скорости. Все эти компоненты функционируют совместно для повышения уровня безопасности на железной дороге.

При приближении поезда к станции ЖСАБ автоматически регулирует его скорость и расстояние до следующего состава. Если поезд движется с превышением скорости или слишком близко к другому поезду, система сама замедляет его или останавливает полностью. Это критически важно для предотвращения аварий и защиты жизни пассажиров и сотрудников железнодорожного транспорта.

Радиоуправляемые системы управления поездами (РУСУП) представляют собой современные технологии, которые позволяют осуществлять управление поездами через радиосигналы. Эта технология применяется во многих странах и предлагает ряд преимуществ по сравнению с традиционными методами управления.

Одно из ключевых достоинств РУСУП — возможность удаленного контроля за поездами. Это особо актуально в ситуациях, когда необходимо управлять поездом на значительном расстоянии или, когда машинист не может находиться в кабине по каким-либо причинам. Кроме того, использование радиоуправления позволяет сократить затраты на персонал, так как для управления поездом не требуется присутствие машиниста.

Радиоуправляемые системы включают несколько важных компонентов: радиоуправляемый контроллер, радиомодуль, антенну для приема и передачи

сигналов, а также систему управления. Радиоуправляемый контроллер отвечает за обработку и управление сигналами двигателей поезда, а радиомодуль передает эти сигналы на антенну. Особое внимание уделяется системе автоматического торможения, которая позволяет поезду тормозить в случаях превышения скорости или на наклонной поверхности. Это существенно снижает вероятность аварий и повышает безопасность движения.

РУСУП также обладает рядом дополнительных преимуществ, позволяя управлять несколькими поездами одновременно и снижая вероятность ошибок. Система может быть использована для управления различными типами составов, включая как грузовые, так и пассажирские. В целом, радиоуправляемые системы управления поездами (РУСУП) являются современным и эффективным решением для управления железнодорожным транспортом. Они обеспечивают безопасность поездок и помогают снизить затраты на обслуживание, что делает их привлекательной альтернативой традиционным системам.

Системы автоматического диагностирования состояния железнодорожных путей и осей поездов предназначены для осуществления непрерывного мониторинга технического состояния инфраструктуры и составов в реальном времени. Эти технологии помогают оперативно выявлять и предотвращать дефекты, повышая эффективность эксплуатации магистральных линий и улучшая безопасность движения. Основным принципом функционирования таких систем заключается в применении специализированного оборудования, включая датчики и акустические и вибрационные системы, для постоянного контроля состояния как железнодорожных путей, так и поездов.

Диагностирующие системы позволяют быстро обнаруживать следующие виды дефектов: трещины и повреждения на рельсах, износ крепежных элементов и подкладок, износ колесных пар; неровности и прогибы на пути, аномальные вибрации и шумы.

Системы диагностики могут функционировать как на самих поездах, так и на земле. Первые используют данные, полученные во время движения, в то время

как вторые базируются на специализированных мобильных единицах с установленными датчиками и радиоуправляемыми системами, которые перемещаются вдоль пути. Автоматические системы диагностирования состояния путей и осей поездов являются важным элементом современной железнодорожной инфраструктуры, способствуя безопасности и надежности эксплуатации.

Как показали события последних лет, с ростом цифровизации железнодорожных сетей вопрос кибербезопасности становится критически важным для отрасли, и ее нельзя игнорировать. Нехватка надежных мер и методов безопасности может привести к серьезным последствиям, вплоть до катастрофы. На фоне высоких финансовых рисков, связанных с нарушением кибербезопасности, данная тема должна быть в числе приоритетов на повестке дня.

### **Список литературы**

1. Кузнецов, И. Н. "Цифровая обработка информации: теоретические основы и практическое применение." - Москва: Наука, 2020.
2. Лебедев, С. М. "Современные методы обработки информации: алгоритмы и приложения." - Москва: Научный мир, 2021.
3. Петрова, Е. В. "Информационные технологии в здравоохранении: роль цифровой обработки данных." - Минск: Беларусь, 2020.
4. Смирнов, А. В. "Цифровая обработка сигналов: от теории к практике." - Санкт-Петербург: Питер, 2019.
5. Тимошенко, Н. А. "Цифровая революция: как обработка информации меняет мир." - Минск: Польша, 2022.