



## АТТЕСТАЦИОННАЯ КНИЖКА ПО ПРАКТИКЕ

Обучающийся Вужаева Александра Алексеевна  
(Ф.И.О. полностью)

Специальность  
(направление подготовки) 23.05.05 «Системы обеспечения движением поездов»  
(полное наименование)

Специализация  
(профиль) Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте  
(полное наименование)

Вид практики Производственная  
(полное наименование)

Тип практики (Преддипломная)  
(полное наименование)

Курс обучения,  
группа 5 курс, СОДП-93  
(полное наименование)

Аттестационная книжка после прохождения практики в форме практической подготовки сдается вместе с отчетом по практике и хранится на кафедре весь период обучения обучающегося в университете

# ИНСТРУКЦИЯ

## ВЛАДЕЛЬЦУ АТТЕСТАЦИОННОЙ КНИЖКИ ПО ПРАКТИКЕ

Аттестационная книжка является основным документом, отражающим ход практики в форме практической подготовки обучающегося в течение всего периода обучения в университете.

В период прохождения практики в форме практической подготовки в организации, осуществляющей деятельность по профилю соответствующей образовательной программы, обучающийся обязан соблюдать правила техники безопасности, охраны труда и правила внутреннего распорядка профильной организации. Записи о нарушении трудовой дисциплины делаются руководителем службы управления персоналом предприятия, учреждения, организации в соответствующих разделах аттестационной книжки.

Итогом прохождения практики в форме практической подготовки является защита обучающимся отчета по практике.

Неудовлетворительные результаты промежуточной аттестации по практике или не прохождение промежуточной аттестации по практике при отсутствии уважительных причин признаются академической задолженностью.

Ответственность, за хранение аттестационной книжки за весь период обучения в университете, несет кафедра; за своевременное заполнение, обучающийся.

Аттестационная книжка оформляется на один вид практики.

НАПРАВЛЕНИЕ НА ПРАКТИКУ

На основании приказа по университету от 25.12.2023 № 1667/4 и договора от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

для прохождения практики направляется:

Обучающийся Вукелова Александра Алексеевна (ф.и.о.)

Наименование организации (место проведения практики) Самарский региональный Центр

Связи

Срок проведения практики с 05.02.2024 г. по 19.03.2024 г.

Руководитель практики от университета (кафедры) преподаватель Надежкина С.А.

Заведующий кафедрой организующей практику (Тарасов Е.М.)

Отметка профильной организации о прохождении практики:

Обучающийся Вукелова Александра Алексеевна (ф.и.о.)

Прибыл в профильную организацию 5 февраля (число, месяц)

Вводный инструктаж по технике безопасности, охране труда, пожарной безопасности прошел 5.02.2024 (дата) Ведущий специалист по ОТ Лебедева Е.В. (фамилия, инициалы, должность инструктирующего)

Правила внутреннего трудового распорядка прошел 5.02.2024 (дата) Зам. начальника центра по УП Сосновский С.В. (фамилия, инициалы, должность инструктирующего)

Ответственное лицо, соответствующий требованиям трудового законодательства РФ о допуске к педагогической деятельности назначен \_\_\_\_\_ (ф.и.о., должность)

Убыл с профильной организации 19 марта (число, месяц)

Руководитель профильной организации (подпись) (ф.и.о.)

Замечания к обучающемуся (при наличии)



# ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ НА ПРАКТИКУ

*Модернизации радиосвязи на тепловой дороге*

## СОВМЕСТНЫЙ РАБОЧИЙ ГРАФИК (ПЛАН) ПРОХОЖДЕНИЯ ПРАКТИКИ

| Содержание практики  | Сроки выполнения          | Осваиваемые компетенции          |
|--|---------------------------|----------------------------------|
| <b>1. Подготовительный этап</b>  |                           |                                  |
| 1.1. Получение индивидуального задания в рамках рабочей программы практики                           | 05.02.2024-<br>06.02.2024 | ОПК-10.1;<br>ОПК-10.2;<br>ПК-1.7 |
| 1.2. Проведение производственного вводного инструктажа по технике безопасности и охране труда        | 12.02.2024                | ОПК-10.1;<br>ОПК-10.2;<br>ПК-1.7 |
| 1.3. Ознакомление с предприятием, правилами внутреннего трудового распорядка                         | 12.02.2024                | ОПК-10.1;<br>ОПК-10.2;<br>ПК-1.7 |
| <b>2. Основной этап</b>  |                           |                                  |
| 2.1. Выполнение индивидуальных заданий по месту прохождения практики в форме практической подготовки | 13.02.2024-<br>23.02.2024 | ОПК-10.1;<br>ОПК-10.2;<br>ПК-1.7 |
| 2.2. Сбор информации   | 26.02.2024-<br>09.03.2024 | ОПК-10.1;<br>ОПК-10.2;<br>ПК-1.7 |
| 2.3. Обработка, систематизация и анализ фактического и теоретического материала                      | 10.03.2024-<br>16.03.2024 | ОПК-10.1;<br>ОПК-10.2;<br>ПК-1.7 |
| <b>3. Отчетный этап</b>  |                           |                                  |
| 3.1. Оформление отчета   | 17.03.2024-<br>18.03.2024 | ОПК-10.1;<br>ОПК-10.2;<br>ПК-1.7 |
| 3.2. Сдача, защита отчета  | 19.03.2024                | ОПК-10.1;<br>ОПК-10.2;<br>ПК-1.7 |

Индивидуальное задание, содержание, планируемый результат и рабочая программа практики согласованы:

Руководитель практики  
от университета (кафедры)

*Надежкина С.А.*  
(подпись)

(Надежкина С.А.)  
(ф.и.о.)

Ответственное лицо  
от организации

*Сосновский С.В.*  
(подпись)

(Сосновский С.В.)  
(ф.и.о.)

Инструктаж у руководителя практики  
университета (кафедры) о порядке прохождения  
практики прошел. Индивидуальное задание на  
практику и план

прохождения получил 05.02.2024 г. Вуклова Вуклова А.А.  
(дата, подпись, Ф.И.О. обучающегося)

# Отзыв ответственного лица от профильной организации о работе обучающегося

(перечень работ, в выполнении которых принимал участие обучающийся связанных с будущей профессиональной деятельностью, достигнутые результаты, уровень квалификации, проявленной обучающимся в процессе практического применения его знаний)

Изуколово Александра Алексеевича зарекомендовала себя с положительной стороны. Также имеет хорошие теоретические знания. Ко всем поручениям относилась добросовестно, выполняла их своевременно в срок, проявляла раннюю инициативу своевременного выполнения порученной работы. Не допускала нарушений трудовой дисциплины. Зарекомендованную профессию выполняла в полном объеме.

В период практики обучающийся прошел производственное обучение по рабочей профессии. По результатам производственного обучения обучающемуся выдано заключение о достигнутом уровне квалификации (при наличии).

(наименование рабочей профессии, разряд (квалификация))

Оценка обучающегося за практику от профильной организации отлично

Выполнение совместного рабочего графика (плана) прохождения практики:  подтверждаю  
 не подтверждаю

Ответственное лицо от профильной организации



(подпись)

(Сосновский С.В.)  
(ф.и.о.)

**Оценка руководителя от университета о выполнении обучающимся рабочей программы практики и индивидуального задания**


Обучающийся Вуканова Александра Александровна  
(Ф.И.О.)

при прохождении практики производственная (преддипломная)  
(вид практики)

**достиг следующих результатов обучения**

| Степень выполнения                                    | Выполнено | Не выполнено | Причина |
|---|-----------|--------------|---------|
| Рабочая программа практики                            | ✓         |              |         |
| Индивидуальное задание на практику                    | ✓         |              |         |
| Совместный рабочий график (план) прохождения практики | ✓         |              |         |

Оценка отлично дата 19.03.2024

Руководитель практики от университета (кафедры)  (Надежкина С.А.)  
(подпись) (ф.и.о.)

| 1           | 2                                     | 3           | 4                    | 5                   | 6                                     | 7 | 8  |
|-------------|---------------------------------------|-------------|----------------------|---------------------|---------------------------------------|---|----|
| 02.02. 2004 | Борисов<br>Виктор<br>Александрович    | 20.08. 1974 | Александров<br>Игорь | с. Безмяево<br>РББн | Миссия ББ<br>Без мис. по<br>exp. типе | Г | БН |
| 05.02. 2004 | Вухолов<br>Александр<br>Александрович | 23.08. 2001 | Сурев -<br>Иванович  | с. Безмяево<br>РББн | Миссия ББ<br>Без мис. по<br>exp. типе | Г | БН |
| 05.02. 2004 | Чумбурис<br>Дора<br>Александровна     | 07.02. 2001 | Сурев -<br>Иванович  | с. Безмяево<br>РББн | Миссия ББ<br>Без мис. по<br>exp. типе | Г | БН |
| 05.02. 2004 | Айубакиров<br>Фанат<br>Азатовна       | 16.10. 2001 | Сурев -<br>Иванович  | с. Безмяево<br>РББн | Миссия ББ<br>Без мис. по<br>exp. типе | Г | БН |
| 05.02. 2004 | Ряжонкин<br>Юрий<br>Александрович     | 30.08. 2002 | Сурев -<br>Иванович  | с. Безмяево<br>РББн | Миссия ББ<br>Без мис. по<br>exp. типе | Г | БН |
| 05.02. 2004 | Баников<br>Борис<br>Александрович     | 11.08. 2001 | Сурев -<br>Иванович  | с. Безмяево<br>РББн | Миссия ББ<br>Без мис. по<br>exp. типе | Г | БН |



Филиал ОАО «РЖД»  
ЦЕНТРАЛЬНАЯ СТАНЦИЯ СВЯЗИ  
СТРУКТУРНОЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ  
САМАРСКАЯ ДИРЕКЦИЯ СВЯЗИ

**ПРИКАЗ**

2023 г. № \_\_\_\_\_

**О преддипломной практике студентов  
5 курса Федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования «Самарский государственный  
университет путей сообщения» в региональных центрах связи**

В соответствии с учебным планом Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный университет путей сообщения», а также приобретения студентами профессиональных навыков по избранной специальности, закрепления, расширения и систематизации теоретических знаний, полученных при изучении специальных дисциплин **п р и к а з ы в а ю:**

1. Начальникам Пензенского и Самарского региональных центров связи:

1.1. Организовать преддипломную (производственную) практику студентов 5 курса очного отделения в период с 5 февраля 2024 г. по 19 марта 2024 г., обучающихся по специальности 23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов»:

| №  | Ф.И.О. студента                      | Вид обучения | Специальность | Структурное подразделение Самарской дирекции связи |
|----|--------------------------------------|--------------|---------------|--|
| 1  | 2                                    | 3            | 4             | 5  |
| 1. | Шадрин Никита Александрович          | Ц            | 23.05.05      | Самарский региональный центр связи                 |
| 2. | Казармина Дарья Евгеньевна           | Ц            | 23.05.05      | Самарский региональный центр связи                 |
| 3. | Морозов Антон Алексеевич             | Ц            | 23.05.05      | Пензенский региональный центр связи                |
| 4. | Севостьянов Максим Валерьевич        | Ц            | 23.05.05      | Самарский региональный центр связи                 |
| 5. | Монец Андрей Александрович           | Ц            | 23.05.05      | Самарский региональный центр связи                 |
| 6. | Левченков Дмитрий Александрович      | Ц            | 23.05.05      | Самарский региональный центр связи                 |
| 7. | Вуколова Александра Алексеевна       | Ц            | 23.05.05      | Самарский региональный центр связи                 |
| 8. | Баженова (Зубова) Анастасия Олеговна | Ц            | 23.05.05      | Самарский региональный центр связи                 |

Электронная подпись. Подписал: Горбунов А.Е.  
№СМР НС-27 от 25.01.2024



|     |                                    |    |          |                                       |
|-----|------------------------------------|----|----------|---------------------------------------|
| 9.  | Абубакирова Диана<br>Азатовна      | ФБ | 23.05.05 | Самарский региональный центр<br>связи |
| 10. | Баженов Егор<br>Андреевич          | ФБ | 23.05.05 | Самарский региональный центр<br>связи |
| 11. | Безгин Александр<br>Александрович  | ФБ | 23.05.05 | Самарский региональный центр<br>связи |
| 12. | Зиголенко Игорь<br>Олегович        | ФБ | 23.05.05 | Самарский региональный центр<br>связи |
| 13. | Кудряшова Ангелина<br>Вячеславовна | ФБ | 23.05.05 | Самарский региональный центр<br>связи |
| 14. | Салеева Дарья<br>Андреевна         | ФБ | 23.05.05 | Самарский региональный центр<br>связи |
| 15. | Урунов Евгений<br>Алексеевич       | ФБ | 23.05.05 | Самарский региональный центр<br>связи |
| 16. | Федюнин Илья<br>Андреевич          | ФБ | 23.05.05 | Самарский региональный центр<br>связи |
| 17. | Черкасов Игорь<br>Александрович    | ФБ | 23.05.05 | Самарский региональный центр<br>связи |
| 18. | Чертыховцев Данила<br>Юрьевич      | ФБ | 23.05.05 | Самарский региональный центр<br>связи |
| 19. | Чимбарцева Дарья<br>Аркадьевна     | ФБ | 23.05.05 | Самарский региональный центр<br>связи |
| 20. | Шульпин Даниил<br>Анатольевич      | ФБ | 23.05.05 | Самарский региональный центр<br>связи |

1.2. Организовать практику в соответствии с распоряжением ОАО «РЖД» от 31 марта 2015 г. № 813р «Об утверждении Положения об организации в ОАО «РЖД» практики студентов образовательных организаций, реализующих программы среднего профессионального и высшего образования».

1.3. Обеспечить прохождение неоплачиваемой преддипломной (производственной) практики студентов Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный университет путей сообщения».

2. Контроль за исполнением настоящего приказа возложить на заместителя начальника дирекции (по управлению персоналом и социальным вопросам) Башмакова А.В.

Начальник  
Самарской дирекции связи

А.Е.Горбунов

Исп. Зимина М.С.  
Тел. 8(846)303-27-66

Электронная подпись. Подписал: Горбунов А.Е.  
№СМР НС-27 от 25.01.2024



МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ**

Кафедра «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном  
транспорте»  
(полное наименование)

ОТЧЕТ  
по производственной (преддипломной) практике  
(вид практики)

Срок проведения практики с 05.02.2024 г. по 19.03.2024 г.

Место проведения практики Самарский региональный центр связи

Руководитель практики от кафедры:

Преподаватель Надежкина С.А.  
(должность, Ф.И.О.)

\_\_\_\_\_  
(подпись руководителя)

Выполнил: Вуколова А.А.  
(Ф.И.О.)

Группа: СОДП-93

Вуколова

(подпись обучающегося)

Самара 2024 г.

# Содержание

|   |    |
|---|----|
| Содержание.....   | 2  |
| Введение.....   | 3  |
| 1.Модернизация радиосвязи на железной дороге.....               | 4  |
| 2.Виды радиосвязи на железной дороге .....                      | 5  |
| 2.1 Станционная радиосвязь .....                                | 6  |
| 2.1.1 Станционная радиосвязь бывает маневровая и горочная. .... | 6  |
| 2.2. Сети технологических абонентов.....                        | 8  |
| 2.3 Цифровые системы связи .....                                | 9  |
| 3. Технология программно-конфигурируемого радио .....           | 10 |
| 4. Построение поездной радиосвязи с применением SDR.....        | 11 |
| Заключение .....  | 13 |
| Список литературы .....   | 14 |

## Введение

Железнодорожная промышленность - это совокупность отраслей, обеспечивающих строительство железных дорог, их эксплуатацию и железнодорожное машиностроение.

Транспорт - важнейшая сфера общественного производства. Она служит материальной основой социального разделения труда и обеспечивает многогранную связь между производством и потреблением, промышленностью и сельским хозяйством, горнодобывающей и обрабатывающей промышленностью, а также экономическими регионами. Железнодорожный транспорт занимает важное место в структуре транспорта. Ее использование в жизни общества повсеместно, поэтому общая концепция экономики в целом и транспорта в частности была бы неполной без упоминания железнодорожного транспорта.

Для передачи информации на железнодорожном транспорте используют проводную (телефон, телеграф, телетайп) и беспроводную (радио-, радиорелейную и спутниковую) связь.

По назначению железнодорожную связь принято разделять на обще технологическую - обеспечивает функционирование железнодорожного транспорта и в целом его отдельных служб и оперативно-технологическую - используется для организации перевозочного процесса.

# 1. Модернизация радиосвязи на железной дороге

Один из наиболее важных аспектов обеспечения безопасности движения поездов – это организация надежной радиосвязи для каждого из участников перевозочного процесса. В связи с этим, ежегодно предъявляются все более высокие требования к стандартам радиосвязи. Возрастающий дефицит частотного ресурса и необходимость расширения сервисов заставляют задуматься о замене аналоговых систем цифровыми.

В соответствии со стратегическими направлениями научно-технического развития ОАО «РЖД» до 2030 г. одной из целей модернизации сети железных дорог является формирование высокопроизводительной и надежной телекоммуникационной среды.

Достижение данной цели возможно благодаря внедрению и развитию систем цифровой радиосвязи. Необходимость перевода вызвана рядом ограничений действующих систем, не позволяющих обеспечить внедрение инновационных технологий. К ним относятся малая помехозащищенность и как следствие ухудшение качества радиосвязи, уменьшение эффективности радиосвязи с увеличением расстояния. Присутствует риск потери важного вызова ввиду перегруженности канала. Также немаловажным фактором является низкий уровень защиты, а именно потенциальная возможность несанкционированного входа в сеанс связи без регистрации неустановленного радиосредства. Помимо перечисленного, важными недостатками являются отсутствие некоторых функциональных возможностей. К ним относятся: невозможность реализации индивидуальных и аварийных вызовов, отсутствие идентификации вызывающего и вызываемого абонентов, практическая невозможность организации непрерывных каналов связи с подвижными объектами, отсутствие возможности реализации режимов передачи данных.

## 2. Виды радиосвязи на железной дороге

Поездная радиосвязь (ПРС) - железнодорожная оперативно-технологическая радиосвязь, предназначенная для регулирования и обеспечения безопасности движения поездов.

Поездная радиосвязь применяется в случаях, предусмотренных ПТЭ, а также в других необходимых случаях, связанных с регулированием движения поездов, например, при вынужденной остановке поезда на перегоне для предупреждения об этом машинистов поездов, идущих по перегону, дежурных по станциям, ограничивающих перегон, и поездного диспетчера; при изменениях в движении поезда, нарушающих установленный график; при необходимости предварительного доклада машиниста дежурному по депо о техническом состоянии локомотива; для передачи сообщений об обнаружении препятствий, угрожающих безопасности движения поездов; при авариях, обвалах, снежных заносах, пожарах, занятости переездов застрявшим автотранспортом; для передачи на локомотив указания об остановке в случае обнаружения неисправности в поезде и др.

## **2.1 Станционная радиосвязь**

Любая железнодорожная станция, на которой выполняется маневровая, грузовая, коммерческая работа, имеет станционную радиосвязь. В зависимости от типа станций, их мощности, организуется несколько отдельных радиосетей.

Радиосети станционной радиосвязи организуются по радиальному принципу в полосах УКВ-частот 151,700...154,000 МГц и 155,000... 156,000 МГц. Связь осуществляется в симплексном режиме. Все станционные радиосети различаются по степени важности, уровню надежности и времени ожидания установления связи.

### **2.1.1 Станционная радиосвязь бывает маневровая и горочная.**

Маневровая радиосвязь предназначена для связи маневрового (ДСЦ) и станционного (ДСЦС) диспетчеров, старшего помощника начальника станции (ДСПС) и дежурных по паркам приема (ДСПП), формирования (ДСПФ) и отправления (ДСПО) с машинистами маневровых, хозяйственных и вывозных локомотивов, а также машинистов с составителями поездов. При этом количество маневровых радиосетей определяется классом станции и составляет 1-2 на промежуточных станциях, 1-3 - на участковых, 2-5 - на сортировочных станциях. Количество стационарных радиостанций (1-5) определяется числом радиосетей, возимых радиостанций - числом локомотивов (2-15), носимых - количеством работников, обеспечивающих технологические процессы в маневровой работе. Как правило, дальность действия в маневровой сети радиостанций РС-РВ составляет 4...6 км, РВ-РН - 1...1,5 км.

Горочная радиосвязь предназначена для оперативного управления горочным технологическим процессом и обеспечивает связь между дежурным по горке (ДСПГ) и машинистами горочных локомотивов, горочными составителями, регулировщиками скорости отцепов. Количество радиосетей определяется количеством горок на сортировочной станции. В каждой радиосети могут работать 1-2 стационарные станции, 2-4 возимых на горочных локомотивах и 2-7 носимых

для рабочих, обеспечивающих технологический процесс. Дальность радиосвязи ограничена зоной работы горки и составляет: для радиостанций РС-РВ - до 3 км, РС-РН - 1,5 км, РВ-РН - 1,0 км. Горочная сеть строится по принципу групповой связи.

Для организации маневровой и горочной радиосвязи локомотивы оборудуют возимыми радиостанциями (РВ), а у маневрового диспетчера и дежурных по паркам устанавливают стационарные радиостанции (РС) с двумя или тремя пультами управления. Составители поездов и их помощники имеют носимые радиостанции (РН), а слесари и регулировщики скорости скатывания отцепов с горки - переносные приемники.



## 2.2. Сети технологических абонентов

Абоненты таких сетей не связаны непосредственно с маневровой работой, но обеспечивают обработку составов и вагонов, а также обслуживание устройств автоматики, телемеханики и связи (СРС-Т).

Радиосеть ПТО (пунктов технического обслуживания вагонов и тормозов) организуется в парках приема и отправления поездов и в парках обработки транзитных поездов. Состав радиосетей определяется объемом технической работы и может включать: 1-2 радиосети на участковых и грузовых станциях, 2-5 радиосетей на крупных станциях. Радиосети ПТО могут содержать 1...5 стационарных и 4...20 носимых радиостанций. Дальность действия радиосетей ПТО должна составлять не менее: для радиостанций РС-РН 1,5-2,5 км, РН-РН 0,8-1,2 км.

Радиосеть ПКО (пунктов коммерческого осмотра) предназначена для связи оператора ПКО с коммерческими осмотрщиками вагонов и рабочими по устранению брака. Обычно это одна радиосеть на сортировочных станциях (содержит 2...12 носимых радиостанций). Дальность действия между стационарной и носимой РС составляет 2...3 км, между носимыми радиостанциями 0,8-1 км.

Радиосеть ОТК (объединенной технической конторы) предназначена для связи оператора технической конторы и списчиков вагонов. Используются на участковых и сортировочных станциях, одна сеть содержит 1 стационарную радиостанцию и 2-3 носимых для списчиков при дальности действия 3-4 км. Радиосвязь дежурных технических контор со списчиками вагонов осуществляется на общей частоте для каждого парка прибытия.

Радиосеть ВОХР (военизированной охраны) предназначена для связи начальника караула со стрелками охраны, имеет одну радиосеть, включающую 1 стационарную радиостанцию, 3-5 носимых радиостанций, действует на расстоянии 2-4 км.

Радиосеть СЦБ и связи предназначена для связи старшего электромеханика и дежурных постов электрической централизации, а также начальников радиоузлов с мобильными работниками связи. На станциях с постоянным дежурством электромехаников используются 1-2 радиосети.

## 2.3 Цифровые системы связи

Основным направлением модернизации систем технологической связи на железных дорогах является переход на цифровые системы связи.

Цифровая связь использует как проводные, так и беспроводные каналы передачи данных, но в отличие от традиционной (аналоговой) связи отличается более высокой защищенностью от помех, перехвата, лучшей избирательностью и пропускной способностью канала связи.

Информация в цифровых системах связи передается в закодированном (двоичном) представлении. Такие системы предоставляют широкий спектр телекоммуникационных услуг: индивидуальные и групповые вызовы, выход в телефонную сеть общего пользования, передача данных на высоких скоростях и т.д.

Одним из самых перспективных направлений в области цифровой связи является внедрение высокоскоростных волоконно-оптических линий. Волоконно-оптическая линия передачи (ВОЛП) - это вид направляющей системы, при котором информация передается в цифровом виде по оптическим диэлектрическим волноводам, известным под названием "оптическое волокно" (световод).

Пропускные способности оптических каналов на порядки выше, чем у информационных линий на основе медного кабеля. Кроме того, оптоволокно невосприимчиво к электромагнитным полям, что снимает некоторые типичные проблемы медных систем связи. Оптические сети способны передавать сигнал на большие расстояния с меньшими потерями. Несмотря на то, что эта технология все еще остается дорогостоящей, цены на оптические компоненты постоянно падают, в то время как возможности медных линий приближаются к своим предельным значениям и требуют все больших затрат на дальнейшее развитие этого направления.

### 3. Технология программно-конфигурируемого радио

Применение SDR позволит осуществлять работу с радиосистемами всех эксплуатируемых сегодня поколений без потери качества предоставляемых услуг связи и программно реализовать в одном устройстве различные функции (изменение диапазона частот, изменение типа модуляции и выходной мощности), ранее выполнявшиеся отдельными аппаратными средствами. И что немаловажно, внедрение SDR позволит в будущем избежать необходимости переустройства аппаратной части системы для ее модернизации (достаточно обновить программную часть комплекса).

Принцип работы SDR основывается на прямой оцифровке принятого радиосигнала и дальнейшей обработке его уже в цифровой форме. При этом технология прямого цифрового преобразования и прямого цифрового синтеза с диапазонными фильтрами позволяет получить максимально высокие характеристики приёмного и передающего трактов. Определяющими элементами систем программно-определяемого радио являются ЦАП и АЦП. Стоимость элементов систем SDR с узкой шириной полосы передачи (что соответствует системам железнодорожной радиосвязи) невысока, что также облегчит внедрение данной системы.

Структурная схема построения радиостанции ПРС с использованием технологии SDR продемонстрирована на рис. 1. Необходимо отметить, что технология SDR является необходимым элементом для реализации когнитивного радио [7] (рис. 2), внедрение которого позволит устройству корректировать свои параметры в зависимости от окружающей обстановки, что в свою очередь сбалансирует использование частотного ресурса и повысит помехозащищённость.

#### 4. Построение поездной радиосвязи с применением SDR

Для организации ПРС на российских железных дорогах сегодня используются диапазоны гектометровых волн (ГМВ – 2,13 и 2,15 МГц), метровых волн (МВ – от 151,725 до 156 МГц) и дециметровых волн (ДМВ – 460 и 900 МГц). Радиосвязь в диапазоне ГМВ осуществляется в симплексном режиме, в диапазоне МВ – и в симплексном, и в дуплексном режиме, в диапазоне ДМВ – в дуплексном режиме.

Традиционная система ПРС состоит из стационарных радиостанций (РС), устанавливаемых, как правило, в месте нахождения дежурного по станции (ДСП), и распорядительной станции (СР), размещаемой у поездного диспетчера (ДНЦ). ДНЦ связывается с радиостанциями, расположенными на обслуживаемом им участке, с помощью СР. Связь ДНЦ с локомотивной радиостанцией осуществляется через ближайшую к соответствующему локомотиву стационарную радиостанцию.

В качестве проводного канала между СР и РС чаще всего используется линия диспетчерской связи. Для замены физически устаревающих радиостанций технологической железнодорожной радиосвязи рационально постепенно внедрять программноконфигурируемое радио SDR. Как было показано выше, такое устройство способно работать во всех возможных диапазонах частот ПРС, и будет совместимо с любыми системами ПРС, функционирующими сегодня на российских железных дорогах.

В случае замены, например, возимых радиостанций разных типов и диапазонов частот на унифицированную радиостанцию SDR все остальные элементы сети радиосвязи, описанные выше, могут оставаться прежними, что делает переход на новую технологию плавным, и не требует одновременного вложения существенных инвестиций.

Следует отметить, что при использовании общей, унифицированной для разных диапазонов частот радиостанции SDR, антенны для разных диапазонов частот могут оставаться такими же, какие использовались с каждой отдельной радиостанцией, предназначенной для своего диапазона частот.

По результатам анализа современных радиоприёмных и передающих устройств с технологией, позволяющей с помощью программного обеспечения

измерять или устанавливать радиочастотные параметры, для оценки возможностей использования для организации ПРС был выбран трансивер отечественной компании ООО «Эксперт Групп» – MB1 Prime (2021). Он имеет независимые приемные и передающий тракты, функцию удаленной работы (с помощью IP сети), встроенное устройство записи и воспроизводства переговоров, возможности для подключения периферийных устройств (усилители, антенно-согласующие устройства, компоненты для гальванической развязки и т. п.).

Есть встроенный измеритель мощности для диапазонов КВ и УКВ, а также КСВ-метр для работы в диапазоне коротких волн. Ряд экспериментов, проведенных с описанным устройством, подтвердил возможность его применения в качестве унифицированной радиостанции, способной функционировать в сетях ПРС различных стандартов и диапазонов.

## Заключение

Модернизация поездной радиосвязи на основе программно-конфигурируемого радио позволит сократить количество персонала при настройке (создании) «парка» радиоприемников и радиопередатчиков, снизить эксплуатационные расходы и время простоя локомотива из-за диагностики и ремонта радиооборудования. SDR-технологии позволят реализовать универсальное устройство для приема/передачи сигналов в широком диапазоне частот, способное работать в любом запрограммированном протоколе передачи данных. Такое устройство сможет удаленно получать обновления и передавать данные о своем состоянии в единый центр мониторинга, что позволит повысить коэффициент готовности ПРС. Дальнейшее развитие

обратно совместимых систем на основе программноконфигурируемого радио позволит реализовать концепцию когнитивного радио, что повысит показатель эффективности использования радиочастотного эфира и улучшит помехозащищенность.

## Список литературы

1. Горелов Г.В., Роенков Д.Н., Юркин Ю.В. Системы связи с подвижными объектами: учеб. пособие / Под ред. Г.В. Горелова. М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014. 335 с.
2. Коротченко В.Д., Левченко С.А., Роенков Д.Н. Перспективы и особенности внедрения когнитивного радио на железнодорожном транспорте
3. Роенков Д.Н., Коренной Г.О. Методические указания по организации и расчету сетей ПРС // Автоматика, связь, информатика. 2014. № 6. С. 18-20.