

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**  
**(РУТ (МИИТ))**



Рабочая программа дисциплины (модуля),  
как компонент образовательной программы  
высшего образования - программы специалитета  
по специальности  
23.05.05 Системы обеспечения движения поездов,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Проектирование систем железнодорожной радиосвязи**

Специальность: 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов

Специализация: Радиотехнические системы на железнодорожном транспорте

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде  
электронного документа выгружена из единой  
корпоративной информационной системы управления  
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)  
ID подписи: 2017  
Подписал: заместитель руководителя Ефимова Ольга  
Владимировна  
Дата: 30.05.2025

## 1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью освоения учебной дисциплины «Проектирование систем железнодорожной радиосвязи» является формирование у обучающихся компетенций направленных на овладение базовыми знаниями и приобретение практического навыка проектирования, моделирования, администрирования и технического обслуживания систем железнодорожной радиосвязи.

Задачами дисциплины являются:

- приобретение обучающимися знаний в области проектирование систем железнодорожной радиосвязи;
- получение навыков проектирования и построения систем радиосвязи на объектах инфраструктуры железнодорожного транспорта;
- получение навыков администрирования систем железнодорожной радиосвязи.
- приобретение обучающимися знаний в области эксплуатации систем интервального регулирования движения поездов и систем мониторинга и управления на высокоскоростном железнодорожном транспорте.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

**ПК-10** - Способен разрабатывать, проектировать и эффективно применять на железнодорожном транспорте устройства аналоговой и цифровой радиосвязи;

**ПК-12** - Способен применять современные стандарты связи FRMCS, DMR для организации систем связи с подвижными объектами на железнодорожном транспорте;

**ПК-16** - Способен разрабатывать и эксплуатировать системы, использующие передачу данных по радиоканалу, для реализации интервального регулирования движения поездов, технологий удаленного мониторинга и управления на высокоскоростном железнодорожном транспорте.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

**Знать:**

стандарты, технологии и принципы проектирования систем железнодорожной радиосвязи; схемы формирования аналоговых и цифровых сигналов и способов их обработки;

современные цифровые стандарты радиосвязи; технологии передачи информации в системах радиосвязи с высокоскоростным движением объектов; влияние специализированных помех на качество работы системы радиосвязи;

современные протоколы и технологии информационного обмена подвижных объектов транспортной инфраструктуры; оборудование и программное обеспечение систем интервального регулирования движения поездов.

**Уметь:**

проводить сравнительный анализ систем радиосвязи и выполнять проектирование и развертывание систем радиосвязи на объектах инфраструктуры железнодорожного транспорта;

организовывать технологические виды железнодорожной радиосвязи; рассчитывать емкость сети радиосвязи и основные целевые параметры систем радиосвязи

организовывать и проектировать системы интервального регулирования движения поездов; системы мониторинга и управления на высокоскоростном железнодорожном транспорте.

**Владеть:**

навыками проектирования и администрирования систем радиосвязи железнодорожного транспорта;

навыками моделирования систем радиосвязи железнодорожного транспорта; моделирование радиоэфира систем радиосвязи железнодорожного транспорта;

навыками основ эксплуатации систем интервального регулирования движения поездов и систем мониторинга и управления на высокоскоростном железнодорожном транспорте; проведения измерений и поверки оборудования систем интервального регулирования движения поездов.

**3. Объем дисциплины (модуля).**

**3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).**

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 3 з.е. (108 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов	
	Всего	Семестр №9
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	64	64
В том числе:		
Занятия лекционного типа	32	32
Занятия семинарского типа	32	32

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 44 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля).

##### 4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	Введение в курс Рассматриваемые вопросы: - Классификация систем радиосвязи. - взаимосвязь разделов курса с другими дисциплинами учебного плана.
2	Типы систем радиосвязи и основные методы организации каналов радиодоступа. Рассматриваемые вопросы: - транкинговые системы радиосвязи; - системы персонального радиовызова; - системы сотовой мобильной радиосвязи.
3	Основные виды систем радиосвязи железнодорожного транспорта Рассматриваемые вопросы: - поездная радиосвязь; - станционная радиосвязь;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ремонтно-оперативная радиосвязь;</li> <li>- радиосвязь передачи данных.</li> </ul>
4	<b>Принципы организации систем поездной радиосвязи</b> Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none"> <li>- состав, назначение и основные абоненты;</li> <li>- оборудование и аппаратура системы;</li> <li>- нормы проектирования системы поездной радиосвязи.</li> </ul>
5	<b>Принципы организации систем станционной радиосвязи</b> Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none"> <li>- состав, назначение и основные абоненты;</li> <li>- оборудование и аппаратура системы;</li> <li>- нормы проектирования системы станционной радиосвязи.</li> </ul>
6	<b>Принципы организации систем ремонтно-оперативной радиосвязи</b> Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none"> <li>- состав, назначение и основные абоненты;</li> <li>- оборудование и аппаратура системы, базовые конфигурации;</li> <li>- нормы развертывания системы ремонтно-оперативной радиосвязи.</li> </ul>
7	<b>Базовая модель сети технологической связи железнодорожного транспорта</b> Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none"> <li>- двухуровневая модель сети технологической связи железнодорожного транспорта;</li> <li>- организация первичной сети технологической связи железнодорожного транспорта.</li> <li>- принципы пакетной передачи в сети технологической связи железнодорожного транспорта</li> </ul>
8	<b>Принципы построения аппаратуры систем радиосвязи</b> Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none"> <li>- приемные устройства возимых, носимых и стационарных радиостанций;</li> <li>- передающие устройства возимых, носимых и стационарных радиостанций;</li> <li>- антенны и антенно-фидерные тракты радиостанций.</li> </ul>
9	<b>Стандарт GSM-R</b> Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none"> <li>- подсистема базовых станций;</li> <li>- сетевая подсистема;</li> <li>- частотно-территориальное планирование;</li> <li>- формирование каналов передачи информации и базовые диаграммы установления соединений;</li> <li>- сигнализация в сети;</li> <li>- расчет диаграммы уровней радиотрассы.</li> </ul>
10	<b>Стандарт LTE</b> Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none"> <li>- физические основы радиодоступа и каналообразования LTE.</li> <li>- базовая архитектура сети;</li> <li>- система радиодоступа E-UTRAN;</li> <li>- базовая сеть SAE;</li> <li>- логические элементы MME и UPE;</li> <li>- облачные технологии LTE.</li> </ul>
11	<b>Стандарт TETRA</b> Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none"> <li>- базовая модель сети;</li> <li>- коммутация и радиодоступ;</li> <li>- протоколы и каналообразование радиодоступа.</li> </ul>
12	<b>Стандарт DMR и FRMCS</b> Рассматриваемые вопросы:

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- радиointерфейс стандарта;</li> <li>- частотный ресурс системы;</li> <li>- принцип развертывания сети.</li> </ul>
13	<b>Принцип проектирования сети радиосвязи на участке железной дороги</b> Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none"> <li>- частотно-территориальное планирование;</li> <li>- расчет дальности радиосвязи в соответствии с моделями распространения радиоволн;</li> <li>- формирование диаграммы уровней передачи радиотрассы;</li> <li>- расчет нагрузки сети;</li> <li>- топологии сети и вопросы структурной надежности.</li> </ul>
14	<b>SDR системы железнодорожной радиосвязи</b> Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none"> <li>- понятия SDR приемника и передатчика;</li> <li>- SDN и протокол Open Flow;</li> <li>- сенсорные сети и радиодоступ IoT.</li> </ul>
15	<b>Сети пятого и шестого поколения систем радиосвязи (5G и 6G)</b> Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none"> <li>- требования сетей пятого и шестого поколения;</li> <li>- технология MIMO;</li> <li>- технология beamforming;</li> <li>- технология сетевых слайсов;</li> <li>- технология D2D.</li> </ul>

## 4.2. Занятия семинарского типа.

### Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	<b>Проектирование и организация систем технологической радиосвязи</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- поездная радиосвязь;</li> <li>- станционная радиосвязь;</li> <li>- ремонтно-оперативная радиосвязь;</li> <li>- поездная диспетчерская связь.</li> </ul>
2	<b>Разработка приемопередающей аппаратуры технологической радиосвязи</b> Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none"> <li>- разработка передатчика;</li> <li>- разработка приемника;</li> <li>- расчет основных параметров.</li> </ul>
3	<b>Оценка основных энергетических параметров радиолинии</b> Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none"> <li>- спектральная эффективность;</li> <li>- помехоустойчивость;</li> <li>- информационная эффективность.</li> </ul>
4	<b>Исследование моделей распространения радиоволн</b> Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none"> <li>- модель распространения в свободном пространстве;</li> <li>- двулучевая модель распространения;</li> <li>- моделирование системы радиосвязи.</li> </ul>

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
5	<p>Применение стандартных моделей распространения на открытом пространстве для проектирования и моделирования систем железнодорожной радиосвязи</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Модель Окамура;</li> <li>- Модель Хата;</li> <li>- Модель COST231–Хата;</li> <li>- Заказные модели;</li> <li>- Модель Ксир-Бертони;</li> <li>- Модель Ли «от зоны к зоне»;</li> <li>- Модель Ли «от точки к точке»;</li> <li>- Модель Уолфиша-Икегами.</li> </ul>
6	<p>Проектирование системы радиосвязи железнодорожного транспорта на основе стандарта GSM-R</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- частотно-территориальное планирование;</li> <li>- расчет энергетических потенциалов радиолинии;</li> <li>- расчет нагрузки;</li> <li>- моделирование роуминга;</li> <li>- моделирование подсистемы базовых станций.</li> </ul>
7	<p>Проектирование системы радиосвязи железнодорожного транспорта на основе стандарта LTE</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- частотно-территориальное планирование;</li> <li>- расчет энергетических потенциалов радиолинии;</li> <li>- расчет нагрузки;</li> <li>- моделирование подсистемы радиодоступа.</li> </ul>
8	<p>Разработка имитационной модели системы радиосвязи на основе стандарта TETRA</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- частотно-территориальное планирование;</li> <li>- расчет энергетических потенциалов радиолинии;</li> <li>- расчет нагрузки.</li> </ul>
9	<p>Моделирование системы MIMO для систем железнодорожной радиосвязи в условиях сложной помеховой обстановки</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчет параметров MIMO;</li> <li>- расчет спектральной эффективности;</li> <li>- оценка помехоустойчивости;</li> <li>- моделирование на участке железной дороги.</li> </ul>
10	<p>Исследование SDR приемника и передатчика</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные аппаратные узлы системы</li> <li>- основные программные узлы системы;</li> <li>- операционная система;</li> <li>- прототипирование системы связи SDR.</li> </ul>

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Подготовка к практическим занятиям
2	Работа с лекционным материалом
3	Выполнение курсового проекта
4	Работа со справочной
5	Выполнение курсового проекта.
6	Подготовка к промежуточной аттестации.
7	Подготовка к текущему контролю.

#### 4.4. Примерный перечень тем курсовых проектов

Тема курсового проекта: «Проектирование системы технологической радиосвязи».

Варианты заданий выбирается согласно  
исходным данным:

Определить технологическую сеть станционной радиосвязи (диапазон 150 МГц) по последней цифре шифра студента.

- 1 Горочная радиосвязь
- 2 Маневровая радиосвязь
- 3 Радиосвязь пункта технического осмотра (ПТО)
- 4 Радиосвязь пункта коммерческого осмотра (ПКО)
- 5 Радиосвязь объединенной технической конторы (ОТК)
- 6 Радиосвязь вооруженной охраны (ВОХР)
- 7 Радиосвязь механиков СЦБ и связи (ШЧ)
- 8 Радиосвязь поездного диспетчера (ДНЦ)
- 9 Радиосвязь энергодиспетчера (ЭДЦ)
- 0 Радиосвязь локомотивного диспетчера (ТНЦ)

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Шмытинский В.В. Глушко В.П. Многоканальная связь на железнодорожном	<a href="https://umczdt.ru/books/1194/230293/">https://umczdt.ru/books/1194/230293/</a>



	транспорте. Учебное пособие УМЦ ЖДТ, 2019. 464 с. ISBN 978-5-907055-61-2	
2	Колодезная Г.В. Теоретические основы систем мобильной связи Учебное	<a href="https://reader.lanbook.com/book/259415">https://reader.lanbook.com/book/259415</a>
3	Фокин Г.А Планирование систем мобильной связи. Учебное пособие СПбГУТ, 2017. 100 с. ISBN 978-5-89160-159-8	<a href="https://reader.lanbook.com/book/180124#3">https://reader.lanbook.com/book/180124#3</a>

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

Информационный портал Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ([www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru));

Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miit.ru>);

Поисковые системы «Яндекс», «Google» для доступа к тематическим информационным ресурсам;

Электронно-библиотечная система издательства «Лань» (<http://e.lanbook.com/>);

Электронно-библиотечная система «Intermedia» (<http://www.intermediapublishing.ru/>);

Электронно-библиотечная система «BOOK.ru» (<http://www.book.ru/>);

Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM»—  
<http://www.znanium.com/>

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

1. Программное обеспечение для выполнения практических заданий включает в себя специализированное прикладное программное обеспечение MathCad, а также программные продукты общего применения

2. Программное обеспечение для проведения лекций, демонстрации презентаций и ведения интерактивных занятий: Microsoft Office 2003 и выше.

3. Программное обеспечение, необходимое для оформления отчетов и иной документации: Microsoft Office 2003 и выше.

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Для проведения аудиторных занятий и самостоятельной работы требуется:

1. Рабочее место преподавателя с персональным компьютером, подключённым к сети INTERNET.
2. Специализированная лекционная аудитория с мультимедиа аппаратурой и интерактивной доской.
3. Компьютерный класс. Рабочие места студентов в компьютерном классе, подключённые к сети INTERNET
4. Для проведения практических занятий: компьютерный класс; компьютеры.

Технические требования к оборудованию для осуществления учебного процесса с использованием дистанционных образовательных технологий:

колонки, наушники или встроенный динамик (для участия в аудиоконференции);

микрофон или гарнитура (для участия в аудиоконференции);

веб-камеры (для участия в видеоконференции);

для ведущего: компьютер с процессором Intel Core 2 Duo от 2 ГГц (или аналог) и выше, от 2 Гб свободной оперативной памяти.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 9 семестре.

Курсовой проект в 9 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

доцент, доцент, к.н. кафедры  
«Системы управления транспортной  
инфраструктурой»

А.С. Волков

Согласовано:

Директор

О.Н. Покусаев

Заместитель руководителя

О.В. Ефимова

Председатель учебно-методической  
комиссии

Д.В. Паринов