

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце: **МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ФИО: Гаранин Максим Александрович **ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

Должность: Ректор

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

Дата подписания: 24.10.2023 11:31:47

Уникальный программный ключ: **САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ**

7708e3a47e66a8ee02711b298d7c78bd1e40bf88

## **Системы мобильной связи**

### **рабочая программа дисциплины (модуля)**

Специальность 23.05.05 СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ

Направленность (профиль) Телекоммуникационные системы и сети железнодорожного транспорта

Квалификация **инженер путей сообщения**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Виды контроля в семестрах:

зачеты 7

#### **Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
	УП	РП		
Неделя	16 4/6			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	32	32	32	32
Практические	16	16	16	16
Конт. ч. на аттест.	0,4	0,4	0,4	0,4
Конт. ч. на аттест. в период ЭС	0,25	0,25	0,25	0,25
В том числе в форме практ.подготовки	2	2	2	2
Итого ауд.	48	48	48	48
Контактная работа	48,65	48,65	48,65	48,65
Сам. работа	50,6	50,6	50,6	50,6
Часы на контроль	8,75	8,75	8,75	8,75
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

*Преподаватель , Тарасова А.Е.*

Рабочая программа дисциплины

**Системы мобильной связи**

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - специалитет по специальности 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов (приказ Минобрнауки России от 27.03.2018 г. № 217)

составлена на основании учебного плана: 23.05.05-23-4-СОДПт.pli.plx

Специальность 23.05.05 СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ Направленность (профиль)

Телекоммуникационные системы и сети железнодорожного транспорта

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте**

Зав. кафедрой д.т.н., профессор Тарасов Е.М.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

1.1	Цель курса: ознакомить студентов с основами построения систем связи с подвижными объектами, что может послужить студентам основой для выполнения дипломных проектов.
1.2	Задачи курса: ознакомить студентов с теоретическими основами построения систем связи с подвижными объектами: системами сотовой связи, беспроводными технологиями передачи, алгоритмами модуляции, принципами формирования сигналов для сетей четвертого поколения, принципам формирования групповых сигналов и выделения из группового сигнала при кодовом разделении каналов. Курс подкреплен практическими занятиями для формирования компетенций, учебных и профессиональных практических умений и навыков

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.ДВ.03.02
-------------------	---------------

**3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

ПК-1 Организует выполнение технологических процессов при проектировании, эксплуатации, техническом обслуживании, монтаже, текущем ремонте и модернизации телекоммуникационных систем и сетей (ТКС) железнодорожного транспорта на основе знаний о физических принципах и об особенностях функционирования компонентов телекоммуникационных систем и сетей

ПК-1.2 Применяет методы инженерных расчётов параметров работы элементов и устройств телекоммуникационных систем и сетей железнодорожного транспорта и сетей ТКС

ПК-2 Осуществляет анализ и контроль качества и безопасности технологических процессов эксплуатации, технического обслуживания, ремонта и модернизации устройств ТКС. Использует нормативно-технические документы и технические средства для диагностики технического состояния телекоммуникационных систем и сетей железнодорожного транспорта при выполнении работ на производственном участке железнодорожной электросвязи по эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и модернизации устройств телекоммуникационных систем и сетей

ПК-2.7 Использует навыки и методологии проектирования сетей ОТС, методы технического обслуживания аппаратуры сетей. Применяет нормативные документы по организации первичных и ведомственных сетей, сетей ОТС, основы организации и функционирования системы подвижной связи, основы организации связи для вертикали управления перевозками

**В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	-структурные схемы построения подвижной и базовой станций;
3.1.2	-структурные схемы систем, формирующих сигналы с различными видами частотной модуляции;
3.1.3	-принципы построения систем передачи с частотным, временным, кодовым и комбинированными способами
3.1.4	разделения каналов;
3.1.5	-принципы формирования сигналов в системе GSM и с кодовым разделением CDMA;
3.1.6	-принципы формирования канальных сигналов и приема в технологии OFDM, WiFi;
3.1.7	-принципы исправления пакетных ошибок при декорреляции ошибок.
3.1.8	-принципы корректирования линейных искажений, происходящих вследствие многолучевого распространения;
3.1.9	-принципы сжатия звуковых сигналов с использованием вокодеров.
3.1.10	- перспективы развития систем передачи данных;
3.1.11	- руководящие и нормативные документы, определяющие правила внедрения и эксплуатации услуг беспроводной
3.1.12	передачи данных
3.1.13	- технологии передачи данных и маршрутизации;
3.1.14	- протоколы предоставления телекоммуникационных услуг;
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	- по кодовой комбинации и расширяющей последовательностей формировать канальный сигнал в системе с
3.2.2	кодовым разделением;
3.2.3	- определять принятый символ по групповому сигналу и расширяющей последовательности в системе с
3.2.4	разделениями каналов;
3.2.5	- рассчитать код по линейному и нелинейному кодированию;
3.2.6	- формировать последовательность символов с перемежением и исправлять пакеты ошибок в принятой комбинации;
3.2.7	- строить временные графики частотно-модулированных сигналов;
3.2.8	- строить временные графики кодо-модулированных сигналов

3.2.9	- рассчитывать характеристики сотовой связи;			
3.2.10	- рассчитывать структуру эквалайзера по известной импульсной характеристике канала связи.			
3.2.11	- делать оценку перспектив внедрения телекоммуникационных услуг;			
3.2.12	- разрабатывать план внедрения телекоммуникационных услуг;			
3.2.13	- внедрять услуги по передачи данных на основе стандарта беспроводных локальных сетей: IEEE 802.11, 2G-4G;			
3.2.14	- предоставлять услуги на основе персональных сетей радиодоступа			
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>			
3.3.1	- навыками работы с инструментальными средствами проектирования;			
3.3.2	- навыками анализа для определения взаимосвязи между характеристиками канальных и групповых сигналов с			
3.3.3	параметрами системы			
3.3.4	- навыками расчета мобильных систем различных технологий			
3.3.5	- методиками расчета качественных и количественных характеристик показателей качества обслуживания			
3.3.6	телекоммуникационных услуг			
3.3.7	- способами определения работоспособности предоставляемых услуг.			
3.3.8	- навыками управления специализированным телекоммуникационным оборудованием			
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>				
<b>Код занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр / Курс</b>	<b>Часов</b>	<b>Примечание</b>
	<b>Раздел 1. Базовые понятия построения и обработки сигналов в мобильных системах</b>			
1.1	Принципы организации радиосвязи. Классификация радиочастот. Общие принципы построения РРЛ. Принципы построения систем сотовой связи. Принципы установления связи в системы подвижной радиосвязи. /Лек/	7	2	
1.2	Трафик и способы повышения емкости сотовых систем. Расчет количества каналов. Оценка числа пользователей на соту в системах CDMA. /Лек/	7	2	
1.3	Методы многостанционного доступа. Виды систем множественного доступа. TDMA. FDMA. CDMA. Преимущества CDMA. /Лек/	7	2	
1.4	АЦП. Нелинейное кодирование. ИКМ. Скорость передачи цифрового потока. Достоинства цифрового сигнала. Скремблирование цифрового сигнала /Лек/	7	2	
1.5	Изучение КОТС Обь 128 и СММ 011 /Пр/	7	4	
1.6	Структура сигнала GSM. /Ср/	7	1	
	<b>Раздел 2. CDMA и GSM. Модуляция в мобильных сетях 2G и 3G.</b>			
2.1	Технология CDMA. Принцип работы CDMA. Rake-приемник. /Лек/	7	2	
2.2	Подвижная станция. Базовая станция. Принципы формирования сигналов стандарта GSM. Особенности устройства мобильной станции сотовой связи /Лек/	7	2	
2.3	Модуляция сигналов в цифровых системах радиосвязи. Бинарная фазовая модуляция (BPSK). Квадратурная фазовая манипуляция (QPSK). Квадратурная фазовая манипуляция со сдвигом (O-QPSK). Относительная квадратурная фазовая манипуляция с фазовым сдвигом. Манипуляция с минимальным частотным сдвигом (MSK). Гауссовская манипуляция с минимальным частотным сдвигом (GMSK). /Лек/	7	2	
2.4	Расчет сети оперативно – технологической связи на базе сотовой связи стандарта CDMA /Пр/	7	4	
	<b>Раздел 3. Помехоустойчивое кодирование. Модуляция OFDM.</b>			
3.1	Принципы кодирования. Основные характеристики корректирующих кодов. Корректирующие коды Хемминга. Перемежение символов. Алгоритм Витерби для демодуляции сверточных кодов. /Лек/	7	2	
3.2	Линейные искажения. Расчет эквалайзера. /Лек/	7	2	
3.3	Основные технические характеристики. Блок-схема передающей части системы DRM. Вокодеры /Лек/	7	4	
3.4	Характеристика OFDM. Преобразование сигнала в OFDM. /Лек/	7	2	

3.5	Расчет сети оперативно – технологической связи с местом аварийно – восстановительных работ на базе спутниковой системы связи стандарта VSAT /Пр/	7	4	
<b>Раздел 4. Сети WiFi и LTE</b>				
4.1	История развития Wi-Fi. Стандарт IEEE 802.11g. Топологии беспроводных сетей Wi-Fi. Зона покрытия Wi-Fi сети /Лек/	7	4	
4.2	История развития LTE. Принципы построения радиointерфейса по технологии LTE. Многоан-тенные системы. Сетевая архитектура SAE. Аналитический расчет энергетического спектра. Зависимость ширины спектра от параметров OFDM-системы. /Лек/	7	4	
4.3	Исследование влияния параметров земной поверхности на энергетические показатели ССПО /Пр/	7	2	
4.4	Исследование и расчет основных технических характеристик спутниковых систем связи и способов их обеспечения /Пр/	7	2	
<b>Раздел 5. Самостоятельная работа</b>				
5.1	Выполнение расчетно-графической работы /Ср/	7	17,6	
5.2	Подготовка к практическим занятиям /Ср/	7	16	
5.3	Подготовка к лекциям /Ср/	7	16	
<b>Раздел 6. Контактные часы на аттестацию</b>				
6.1	Защита РГР /КА/	7	0,4	
6.2	Зачет /КЭ/	7	0,25	

### 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении к рабочей программе дисциплины.

Формы и виды текущего контроля по дисциплине (модулю), виды заданий, критерии их оценивания, распределение баллов по видам текущего контроля разрабатываются преподавателем дисциплины с учетом ее специфики и доводятся до сведения обучающихся на первом учебном занятии.

Текущий контроль успеваемости осуществляется преподавателем дисциплины (модуля), как правило, с использованием ЭИОС или путем проверки письменных работ, предусмотренных рабочими программами дисциплин в рамках контактной работы и самостоятельной работы обучающихся. Для фиксирования результатов текущего контроля может использоваться ЭИОС.

### 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

#### 6.1. Рекомендуемая литература

##### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл. адрес
Л1.1	Горелов Г. В., Робенков Д. Н., Юркин Ю. В., Горелова Г. В.	Системы связи с подвижными объектами: учебное пособие для специалистов	Москва: УМЦ по образованию на железнодорожном транспорте, 2014	<a href="https://umczdt.ru/books/">https://umczdt.ru/books/</a>

##### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл. адрес
Л2.1	А. К. Лебединский, А. А. Павловский, Ю. В. Юркин	Автоматическая телефонная связь на железнодорожном транспорте [Текст] : учебник для вузов ж.-д. трансп.: учебник для вузов ж.-д. трансп	М. : УМЦ по образов. на ж.-д. трансп., , 2008	
<b>6.2 Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)</b>				
<b>6.2.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения</b>				
6.2.1.1	Microsoft Office			
<b>6.2.2 Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем</b>				
6.2.2.1	Профессиональные базы данных			
6.2.2.2	База данных Росстандарта – <a href="https://www.gost.ru/portal/gost/">https://www.gost.ru/portal/gost/</a>			
6.2.2.3	База данных Государственных стандартов: <a href="http://gostexpert.ru/">http://gostexpert.ru/</a>			
6.2.2.4	База данных «Железнодорожные перевозки» <a href="https://cargo-report.info/">https://cargo-report.info/</a>			
6.2.2.5	Информационные справочные системы			
6.2.2.6	Информационно справочная система Консультант плюс <a href="http://www.consultant.ru">http://www.consultant.ru</a>			
6.2.2.7	Информационно-правовой портал Гарант <a href="http://www.garant.ru">http://www.garant.ru</a>			
<b>7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>				
7.1	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, укомплектованные			
7.2	специализированной мебелью и техническими средствами обучения: мультимедийное оборудование для			
7.3	предоставления учебной информации большой аудитории и/или звукоусиливающее оборудование			
7.4	(стационарное или переносное).			
7.5	Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных			
7.6	консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной			
7.7	мебелью и техническими средствами обучения: мультимедийное оборудование и/или звукоусиливающее			
7.8	оборудование (стационарное или переносное)			
7.9	Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью			
7.10	подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную			
7.11	среду университета.			
7.12	Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования			