

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Гаранин Максим Александрович

Должность: Ректор

Дата подписания: 17.03.2026 16:10:27

Уникальный программный ключ:

7708e3a47e66a8ee02711b298d7c78bd1e40bf88

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«ПРИВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ»**

## **Системы мобильной связи**

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

Специальность 23.05.05 СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ

Специализация 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 3/6			
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	0,15	0,15	0,15	0,15
В том числе в форме практ.подготовки	33	33	33	33
Итого ауд.	48	48	48	48
Контактная работа	48,55	48,55	48,55	48,55
Сам. работа	50,6	50,6	50,6	50,6
Часы на контроль	8,85	8,85	8,85	8,85
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

*к.т.н., доцент, 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: 23.05.05-25-5-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 подкреплён 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 последовательности 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	Практическая подготовка
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	Практическая подготовка
	<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	Практическая подготовка
<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	Практическая подготовка
4.4	Исследование и расчет основных технических характеристик спутниковых систем связи и способов их обеспечения /Пр/	7	2	Практическая подготовка
<b>Раздел 5. Самостоятельная работа</b>				
5.1	Выполнение расчетно-графической работы /Ср/	7	17,6	Практическая подготовка
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	0,15	

### 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) 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., Рюенков 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			

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

**«Системы мобильной связи»**

---

*(наименование дисциплины(модуля))*

Направление подготовки / специальность

**23.05.05 Системы обеспечения движения поездов**

---

*(код и наименование)*

Направленность (профиль)/специализация

**Телекоммуникационные системы и сети железнодорожного транспорта**

*(наименование)*

## 1. Пояснительная записка

Цель промежуточной аттестации – оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине, обеспечивающих достижение планируемых результатов освоения образовательной программы.

Формы промежуточной аттестации: зачет, 7 семестр.

РГР, 7 семестр

### Перечень компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины

Код и наименование компетенции	Код индикатора достижения компетенции
ПК-1 Организует выполнение технологических процессов при проектировании, эксплуатации, техническом обслуживании, монтаже, текущем ремонте и модернизации телекоммуникационных систем и сетей (ТКСС) 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 ТКСС
ПК-2: Осуществляет анализ и контроль качества и безопасности технологических процессов эксплуатации, технического обслуживания, ремонта и модернизации устройств ТКСС. 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

### Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные материалы (семестр 7)
ПК-1.2 Применяет методы инженерных расчётов параметров работы элементов и устройств телекоммуникационных систем и сетей железнодорожного транспорта и сетей ТКСС	Обучающийся знает: -структурные схемы построения подвижной и базовой станций; -структурные схемы систем, формирующих сигналы с различными видами ча-стотной модуляции; -принципы построения систем передачи с частотным, временным, кодовым и комбинированными способами разделения каналов; -принципы формирования сигналов в системе GSM и с кодовым разделением CDMA;	Тестовые задания (№1-№27)
	Обучающийся умеет: - по кодовой комбинации и расширяющей последовательностей формировать канальный сигнал в системе с кодовым разделением; - определять принятый символ по групповому	Задания (№1 - №5)

	<p>сигналу и расширяющей последовательности в системе с различными разделениями каналов;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рассчитать код по линейному и нелинейному кодированию;</li> <li>- формировать последовательность символов с перемежением и исправлять пакеты ошибок в принятой комбинации;</li> </ul>	
	<p>Обучающийся владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками работы с инструментальными средствами проектирования;</li> <li>- навыками анализа для определения взаимосвязи между характеристиками канальных и групповых сигналов с параметрами системы</li> <li>- навыками расчета мобильных систем различных технологий</li> </ul>	Задания (№1 - №3)
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	<p>Обучающийся знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принципы формирования канальных сигналов и приема в технологии OFDM, WiFi;</li> <li>- принципы исправления пакетных ошибок при декорреляции ошибок.</li> <li>- принципы корректирования линейных искажений, происходящих вследствие многолучевого распространения;</li> <li>- принципы сжатия звуковых сигналов с использованием вокодеров.</li> </ul>	Задания (№1-№31)
	<p>Обучающийся умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-- строить временные графики частотно-модулированных сигналов;</li> <li>- строить временные графики кодо-модулированных сигналов</li> <li>- рассчитывать характеристики сотовой связи;</li> <li>- рассчитывать структуру эквалайзера по известной импульсной характеристике канала связи.</li> </ul>	Задания (№1 - №3)
	<p>Обучающийся владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методиками расчета качественных и количественных характеристик показателей качества обслуживания телекоммуникационных услуг</li> <li>- способами определения работоспособности предоставляемых услуг.</li> <li>- навыками управления специализированным телекоммуникационным оборудованием</li> </ul>	Задания (№1 - №4)

Промежуточная аттестация (зачет) проводится в одной из следующих форм:

- 1) собеседование;
- 2) выполнение заданий в ЭИОС Университета.

## 2. Типовые контрольные задания или иные материалы для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих уровень сформированности компетенций

### 2.1 Типовые вопросы (тестовые задания) для оценки знаниевого образовательного результата

Проверяемый образовательный результат :

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Образовательный результат
ПК-1.2 Применяет методы инженерных расчётов параметров работы элементов и устройств телекоммуникационных систем и сетей железнодорожного транспорта и сетей ТКСС	Обучающийся знает: -структурные схемы построения подвижной и базовой станций; -структурные схемы систем, формирующих сигналы с различными видами ча-стотной модуляции; -принципы построения систем передачи с частотным, временным, кодовым и комбинированными способами разделения каналов; -принципы формирования сигналов в системе GSM и с кодовым разделением CDMA;
<p>1) Почему возникла потребность в разработке GSM? (Отметьте один правильный вариант ответа.)</p> <p>из-за несовместимости оборудования, разрабатываемого в разных странах Европы из-за потребностей в использовании новой элементной базы из-за конкурентных соображений из-за быстрого роста мобильной телефонной связи</p> <p>2) Услуга GSM, которая отсутствовала в предыдущих системах, это: (Отметьте один правильный вариант ответа.)</p> <p>служба коротких сообщений пакетная передача данных передачи документов на дисплей асинхронная передача данных</p> <p>3) Мобильная станция подсоединяется радиоканалом к: (Отметьте один правильный вариант ответа.)</p> <p>центру коммутации мобильной связи (MSC) контроллеру базовой станции (BSC) транскодеру (TCE) базовой приемопередающей станции (BTS)</p> <p>4) База данных о постоянно зарегистрированных в сети абонентах содержится в: (Отметьте один правильный вариант ответа.)</p> <p>базовой приемопередающей станции (BTC) домашнем регистре (HLR) визитном регистре (VLR) контроллере базовой станции (BSC)</p> <p>5) Какое устройство обслуживает вызов в локальной зоне и имеет информацию о текущем местоположении? (Отметьте один правильный вариант ответа.)</p> <p>контроллер базовой станции центр коммутации мобильной связи домашний регистр визитный регистр</p> <p>6) Какое устройство обслуживает вызов вне домашней зоны и имеет информацию о текущем местоположении? (Отметьте один правильный вариант ответа.)</p> <p>визитный регистр; центр коммутации мобильной связи</p>	

домашний регистр  
контроллер базовой станции

7) Для защиты и определения подлинности оборудования используется:  
(Отметьте один правильный вариант ответа.)

центр аутентификации;  
защищенная база данных  
регистр опознавательного кода оборудования  
домашний регистр

8) Повторное использование частот применяется для:  
(Отметьте один правильный вариант ответа.)

защиты индивидуальных каналов от взаимного влияния  
увеличения пропускной способности при ограниченном количестве частотных каналов;  
обеспечения подвижности абонента  
обеспечения безопасности информации

9) Канал случайного доступа (RACH) применяется для:  
(Отметьте один правильный вариант ответа.)

широковещательного сигнала "вызов" всем станциям зоны местоположения  
передачи запроса сети на установление соединения;  
передачи служебной информации от MS в течение установления вызова  
технического обслуживания

10) При обслуживании вызова от абонента стационарной сети к абоненту мобильной сети GSM домашний регистр определяется по:  
(Отметьте один правильный вариант ответа.)

временному идентификационному номеру подвижного абонента (TMSI)  
международному идентификационному номеру подвижного абонента (IMSI);  
номеру для услуг роуминга мобильной станции (MSRN)

11) Для извещения о перемещении подвижного объекта являются предпочтительными варианты:  
(Отметьте один правильный вариант ответа.)

при смене группы сот в области местоположения, приводящей к ухудшению связи  
при изменении абонентом соты  
периодическое обновление данных по всей сети

12) По какому признаку базовая станция принимает решение о хэндовере?  
(Отметьте один правильный вариант ответа.)

по ухудшению качества сигнала в канале  
по таймеру  
по ухудшению качества сигнала в канале или по уменьшению мощности сигнала в зависимости от принятого алгоритма  
по уменьшению мощности сигнала

13) Услуга "переадресация вызова" обеспечивает:  
(Отметьте один правильный вариант ответа.)

надежность передачи вызова  
фиксацию перемещения подвижного абонента  
сопровождение подвижной станции  
перевод входящего вызова на другой номер

14) Маршрутизация вызова обеспечивается с помощью:  
(Отметьте один правильный вариант ответа.)

центра коммутации мобильной связи (MSC)  
транскодера (TCE)  
базовой приемопередающей станции (BTS)  
контроллера базовой станции (BSC)

15) База данных о функционировании подвижной станции за пределами зоны, контролируемой HLR, обеспечивается:  
(Отметьте один правильный вариант ответа.)

визитным регистром (VLR)  
базовой приемопередающей станцией (BTC)  
контроллером базовой станции (BSC)  
домашним регистром (HLR)

16) Для защиты и определения подлинности абонента используется:  
(Отметьте один правильный вариант ответа.)

центр аутентификации  
домашний регистр  
защищенная база данных  
регистр идентификации оборудования;

17) Зона местоположения - это:  
(Отметьте один правильный вариант ответа.)

область, в которой вероятнее всего может в данный момент перемещаться абонент;  
зона обслуживаемая одним сетевым оператором  
зона обслуживания MSC  
область радиохвата одного приемопередатчика одной BTS

18) Автономный специализированный канал управления (SDCCH) применяется для :  
(Отметьте один правильный вариант ответа.)

широковещательного сигнала "вызов" всем станциям зоны местоположения  
передачи запроса сети на установление соединения  
технического обслуживания  
передачи служебной информации от MS в течение установления вызова;

19) Широковещательный канал коротких сообщений (канал вызова) (PCH) применяется для:  
(Отметьте один правильный вариант ответа.)

технического обслуживания  
широковещательного сигнала "вызов" всем станциям зоны местоположения;  
передачи запроса сети на установление соединения  
передачи служебной информации от MS в течение установления вызова

20) Какую информацию передает VLR к HLR, после того как он обновил свои данные?  
(Отметьте один правильный вариант ответа.)

номер мобильной станции  
информацию оОб отмене старой регистрации  
информацию о новом местоположении.  
свой идентификатор

21) Функции Уолша представляют собой:  
(Отметьте один правильный вариант ответа.)

линейную функцию  
периодическую аналоговую функцию  
периодическую дискретную функцию  
функцию нескольких переменных

22) Многостанционный доступ с кодовым разделением использует для разделения каналов:  
(Отметьте один правильный вариант ответа.)

время  
псевдослучайные последовательности  
частоту  
амплитуду

23) Чип в системе CDMA - это:  
(Отметьте один правильный вариант ответа.)

отрезок функции Уолша  
канальная скорость  
размер псевдослучайной последовательности

длительность тактового интервала расширяющего сигнала

24) Полоса частот для станций стандарт IS-95 определяет полосу частот для прямого канала:

(Отметьте один правильный вариант ответа.)

824-849; 869-894

890-935; 915-960

890-915; 935-960

453-457,5; 463-467,5

25) Квадратурные каналы при квадратурной амплитудной модуляции представляют две несущие (I и Q), сдвинутые по фазе относительно опорного сигнала на \_\_\_ и \_\_\_\_.

(Отметьте один правильный вариант ответа.)

90°, 0°

45°, 45°

30°, 60°

0°, 90°

26) Какой хэндовер осуществляется при переходе к новой базовой станции?

(Отметьте один правильный вариант ответа.)

динамический

мягкий

жесткий

27) При более мягкой передаче (softer handover) во время хэндовера предусматривается:

(Отметьте один правильный вариант ответа.)

переключение соединения к другой базовой станции

определение местоположения мобильной станции

\*объединение сигналов, поступающих от разных базовых телефонных станций

временная одновременная работа мобильной станции более чем с одной базовой станцией

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

Обучающийся знает:

-принципы формирования канальных сигналов и приема в технологии OFDM, WiFi;

-принципы исправления пакетных ошибок при декорреляции ошибок.

-принципы корректирования линейных искажений, происходящих вследствие многолучевого распространения;

-принципы сжатия звуковых сигналов с использованием вокодеров;

1) Пилот-сигнал передается от:

(Отметьте один правильный вариант ответа.)

базовой станции к контроллеру

базовой станции к центру мобильной связи

мобильной станции к базовой станции

базовой станции к мобильной станции

2) Пилот-сигнал - это:

(Отметьте один правильный вариант ответа.)

разовый сигнал

аналоговая последовательность

\*кодовая последовательность

периодическая последовательность

3) Группа кандидатов на пилот-сигнал содержит пилот-сигналы:

(Отметьте один правильный вариант ответа.)

всех сот (секторов), которые находятся в непосредственной близости от данной соты (сектора)

которые связаны с каналами трафика, идущими от базовой станции и назначенными для связи с мобильной станцией

все пилот-сигналы, исключая сигналы, входящие в группы кандидатов или соседние группы

которые в настоящее время не входят в активную группу, однако связанные с ними прямые каналы трафика могут быть успешно приняты

4) Окно поиска устанавливает размеры для активных наборов и наборов кандидата.

(Отметьте один правильный вариант ответа.)

SRCH\_WIN\_A  
SRCH\_WIN\_N  
SRCH\_WIN\_L  
SRCH\_WIN\_R

5) Параметр, указывающий, насколько уровень данного пилотного сигнала отличается от уровня других входящих в данную группу, - это:

(Отметьте один правильный вариант ответа.)

\*порог сравнения (T\_COMP)  
порог обнаружения пилот-сигнала (T\_ADD)  
порог снижения пилот-сигнала (T\_DROP)  
значение времени таймера снижения (T\_TDROP)

6) Оценку отношения сигнал/шум содержит сообщение:

(Отметьте один правильный вариант ответа.)

измерения напряженности пилот-сигнала  
модернизации списка соседних пилот-сигналов  
запроса хэндовера (HDM)  
завершения хэндовера (HCM)

7) Параметр, указывающий порог нормального сигнала, ниже которого требуется начинать процесс хэндовера, - это:

(Отметьте один правильный вариант ответа.)

значение времени таймера снижения (T\_TDROP)  
порог обнаружения пилот-сигнала (T\_ADD)  
порог сравнения (T\_COMP)  
порог снижения пилот-сигнала (T\_DROP)

8) При мягком хэндовере поиск другого активного пилот-канала начинается:

(Отметьте один правильный вариант ответа.)

после того, как один из соседних пилот-сигналов стал выше статистически назначенного порога  
после того, как несколько пилот-сигналов из группы соседних пилот-сигналов стали выше статистически назначенного порога  
после того, как обнаруживается, что один из активных пилот-сигналов стал ниже статистически назначенного порога  
после того, как несколько пилот-сигналов из группы активных стали ниже статистически назначенного порога

9) Значение частоты канала CDMA содержит сообщение:

(Отметьте один правильный вариант ответа.)

завершения хэндовера (HCM)  
запроса хэндовера (HDM)  
измерения напряженности пилот-сигнала  
модернизации списка соседних пилот-сигналов

10) Смещение псевдослучайной последовательности для каждого пилот-сигнала в активном наборе содержит сообщение:

(Отметьте один правильный вариант ответа.)

завершения хэндовера (HCM)  
модернизации списка соседних пилот-сигналов  
запроса хэндовера (HDM)  
измерения напряженности пилот-сигнала

11) При мягком хэндовере поиск другого активного пилот-канала идет в соответствии со сравнением результатов измерений с :

(Отметьте один правильный вариант ответа.)

величиной старого и нового сигнала  
отношением сигнал/шум  
статистической величиной нового сигнала  
динамической величиной нового сигнала

12) Частота появления ошибок в кадре - это отношение:

(Отметьте один правильный вариант ответа.)

числа ошибочных бит к общему числу принятых  
энергии сигнала, приходящейся на один бит, к спектральной плотности шума  
количества кадров, принятых с ошибками, к общему числу переданных

числа ошибочных бит к общему числу бит в кадре

13) При мягком хэндовеере \_\_\_\_ принимает информацию от обоих потоков.

(Отметьте один правильный вариант ответа.)

- устройство оценки качества и выбора
- транскодер
- базовая станция
- центр коммутации подвижных сообщений

14)Измерение базовой станцией уровня мощности от мобильной станции характеризует управление мощностью:

(Отметьте один правильный вариант ответа.)

- по внутреннему циклу
- по замкнутому циклу
- по открытому циклу
- по внешнему циклу

15) При управлении мощностью по открытому циклу в управлении участвует:

(Отметьте один правильный вариант ответа.)

- центр коммутации сообщений
- обе станции, указанные в пунктах а. и б.(хотя правильный этот по мнению сайта)
- только мобильная станция
- только базовая станция

16)Показатель помехоустойчивости канала связи - это отношение:

(Отметьте один правильный вариант ответа.)

- количества кадров, принятых с ошибками, к общему числу переданных
- энергии сигнала, приходящейся на один бит, к спектральной плотности шума
- числа ошибочных бит к общему числу принятых
- числа ошибочных бит к общему числу бит в кадре

17)Механизм управления мощностью по замкнутому циклу обратной линии связи включает в себя:

(Отметьте один правильный вариант ответа.)

- передачу сигналов по замкнутому циклу
- замыкание петли обратной связи
- процедуру коррекции управления мощностью на базовой станции
- организацию управляющего канала от базовой станции к мобильной

18)Главный недостаток управления мощностью обратной линии связи по открытому циклу заключается в том, что:

(Отметьте один правильный вариант ответа.)

- уровень обратной линии оценивается по уровню мощности прямой линии связи
- требуется высокая точность измерения мощности прямого и обратного каналов
- необходимо переключать мощность
- необходимо ограниченное время измерения мощности

19) Управление мощностью прямой линии связи осуществляется с помощью измерения:

(Отметьте один правильный вариант ответа.)

- уровня помех от соседних станций
- количества соединений
- уровня мощности обратной линии связи
- частоты появления ошибок

20) При распространении сигналов по многим лучам базовая станция в CDMA использует:

(Отметьте один правильный вариант ответа.)

- весовое сложение принятых сигналов
- разнесение сигналов в пространстве
- разнесение по частоте
- вероятностные фильтры

21)В Европе преобладает тенденция разработки системы, совместимой с:

(Отметьте один правильный вариант ответа.)

- GSM
- DAMPS
- Cdma One
- NMT-450

22) Системы третьего поколения ставили цель обеспечить пользователям мобильной связи характеристики лучше, чем в:  
(Отметьте один правильный вариант ответа.)

сети общего пользования (ТФОП)

локальной сети

цифровой сети интегрального обслуживания (ISDN)

спутниковой сети

23) Проект ITU-2000 ставил целью достичь скорости \_\_\_ Кбит/с.

(Отметьте один правильный вариант ответа.)

2000

384

144

450

24) Скорость \_\_\_ Кбит/с может быть достигнута внутри здания при низкой мобильности пользователя (скорость перемещения объекта до 3 км/час).

(Отметьте один правильный вариант ответа.)

512

384

2048

144

25) IMT-2000 должна в основном обеспечивать \_\_\_ широких классов обслуживания.

(Отметьте один правильный вариант ответа.)

6

4

8

26) Для изделий, которые не работают с сетью коммутации пакетов, а используют услуги сети ISDN, в системах третьего поколения предлагается скорость услуги \_\_\_\_\_ Кбит/с.

(Отметьте один правильный вариант ответа.)

144

2048

384

32

27) Услуга передачи речи в системах третьего поколения может быть представлена на скорости \_\_\_ Кбит/с.

(Отметьте один правильный вариант ответа.)

384

144

4-32

2048

28) Для мультимедиа (высокой скорости) в системах третьего поколения предлагается скорость услуг \_\_\_ Кбит.

(Отметьте один правильный вариант ответа.)

384

144

2048

32

29) Для WCDMA каждый физический канал расширяется уникальной и различной расширяющейся последовательностью. При передаче информации от узла В к UE ее скорость передачи равна \_\_\_ Мчип/с.

(Отметьте один правильный вариант ответа.)

4,196

2,048

15

3,84

30) Чтобы обеспечить режим прерывистой передачи (DTX - Discontinuous Transmission), или "спящий режим", в начале каждого кадра канала широковещательного вызова передается:

(Отметьте один правильный вариант ответа.)

активизация обновления данных

запрос на радиосоединение

индикатор оповещения

вызов радиосоединения

31) При хэндовере между базовой станцией системы GSM и сетью наземного доступа UMTS (UTRAN) команда хэндовера передается от:

(Отметьте один правильный вариант ответа.)

RNC UMTS

узла В GSM

CN UMTS

узла В UTRAN

## 2.2 Типовые задания для оценки навыкового образовательного результата

Проверяемый образовательный результат :

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Образовательный результат
ПК-1.2 Применяет методы инженерных расчётов параметров работы элементов и устройств телекоммуникационных систем и сетей железнодорожного транспорта и сетей ТКСС	Обучающийся умеет: <ul style="list-style-type: none"> <li>- по кодовой комбинации и расширяющей последовательностей формировать каналный сигнал в системе с кодовым разделением;</li> <li>- определять принятый символ по групповому сигналу и расширяющей последовательности в системе с различными разделениями каналов;</li> <li>- рассчитать код по линейному и нелинейному кодированию;</li> <li>- формировать последовательность символов с перемежением и исправлять пакеты ошибок в принятой комбинации;</li> </ul>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Рассчитайте параметры частотно-территориального планирования в сетях мольной связи.</li> <li>2) Реализуйте кодовое разделение</li> <li>3) Оцените число пользователей на соту</li> <li>4) Оптимизируйте сигнатуру при кодовом разделении</li> <li>5) Опишите процедуру управления мощностью в каналах СМС</li> </ol>	
ПК-1.2 Применяет методы инженерных расчётов параметров работы элементов и устройств телекоммуникационных систем и сетей железнодорожного транспорта и сетей ТКСС	Обучающийся владеет: <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками работы с инструментальными средствами проектирования;</li> <li>- навыками анализа для определения взаимосвязи между характеристиками каналных и групповых сигналов с параметрами системы</li> <li>- навыками расчета мобильных систем различных технологий</li> </ul>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Рассчитайте параметры линии связи, используя модели Окамура.</li> <li>2) Произвести расчет потерь медленных замираний, привести методы компенсации и показать их эффективность.</li> <li>3) Произвести расчет потерь для следующих моделей распространения радиоволн: модель Ли, модель Хата-Окамуры, модель COST231,</li> </ol>	
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	Обучающийся умеет: <ul style="list-style-type: none"> <li>-- строить временные графики частотно-модулированных сигналов;</li> <li>- строить временные графики кодо-модулированных сигналов</li> <li>- рассчитывать характеристики сотовой связи;</li> <li>- рассчитывать структуру эквалайзера по известной импульсной характеристики канала связи</li> </ul>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Произвести частотное планирование в сотовой сети стандарта GSM900 для М базовых станций при использовании кластера размерностью К, для L-секторных антенн.</li> <li>2. Определить радиус соты при заданных параметрах системы.</li> <li>3. Произвести расчет потерь для следующих моделей распространения радиоволн: модель Ли, модель Окамуры, модель Хата-Окамуры, модель COST231, модель Эрсега, модель Уолфиша-Икегами.</li> </ol>	
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	Обучающийся владеет: <ul style="list-style-type: none"> <li>- методиками расчета качественных и количественных характеристик показателей качества обслуживания телекоммуникационных услуг</li> <li>- способами определения работоспособности предоставляемых услуг.</li> <li>- навыками управления специализированным телекоммуникационным оборудованием</li> </ul>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сформировать эскизный проект сети WiFi.</li> <li>2. Произвести планирование сети WCDMA.</li> <li>3. Произвести расчет основных характеристик сети спутниковой мобильной связи.</li> <li>4. Произвести моделирование сети мобильной связи в среде разработки с использованием соответствующих</li> </ol>	

### 2.3. Перечень вопросов для подготовки обучающихся к промежуточной аттестации

- 1) Модуляция как перенос сигнала по спектру.
- 2) Дискретная модуляция.
- 3) Сигнально-кодовые конструкции (СКК) в гауссовом канале.
- 4) Анализ блоковых СКК в гауссовом канале.
- 5) Анализ сверточных СКК в гауссовом канале.
- 6) Модель канала с межсимвольной интерференцией (МСИ).
- 7) Анализ пропускной способности канала с МСИ.
- 8) Построение СКК для канала с МСИ и переменными параметрами (OFDM).
- 9) Анализ линейных, циклических, блоковых кодов.
- 10) Анализ схемы корректирующего кодирования и декодирования в стандарте IEEE 802.3xx.
- 11) Технологии Bluetooth, IEEE 802.15.3(4): технические характеристики, архитектура,
- 12) структура пакетов, принципы функционирования.
- 13) Стандарты городских сетей широкополосного радиодоступа IEEE 802.16.
- 14) Структура физического MAC – уровней.
- 15) Принципы предоставления канальных ресурсов, структура кадров.
- 16) Mesh – сети: конфигурирование сети и управление канальными ресурсами.
- 17) Многостанционный доступ с кодовым разделением.
- 18) CDMA. Функции Уолша.
- 19) Основы моделирования распространения радиоволн.
- 20) Модель канала передачи в сетях мобильной связи
- 21) Организация каналов в стандарте GSM.(фрейм, мультифрейм и т.д.)
- 22) CDMA. Неортогональные псевдослучайные функции.
- 23) Структура сети CDMA.
- 24) Система UMTS. Архитектура системы. Пользовательское оборудование.
- 25) Система LTE. Архитектура системы. Пользовательское оборудование.

### 3. Методические материалы, определяющие процедуру и критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

#### Критерии формирования оценок по ответам на вопросы, выполнению тестовых заданий

- оценка **«отлично»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на вопросы составляет 100 – 90% от общего объема заданных вопросов;
- оценка **«хорошо»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на вопросы – 89 – 76% от общего объема заданных вопросов;
- оценка **«удовлетворительно»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на тестовые вопросы –75–60 % от общего объема заданных вопросов;
- оценка **«неудовлетворительно»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов – менее 60% от общего объема заданных вопросов.

#### Критерии формирования оценок по результатам выполнения заданий

- «Отлично/зачтено»** – ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов.
- «Хорошо/зачтено»** – ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов.
- «Удовлетворительно/зачтено»** – ставится за работу, если обучающийся правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой ошибки и двух

недочетов.

**«Неудовлетворительно/не зачтено»** – ставится за работу, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки «удовлетворительно» или правильно выполнено менее 2/3 всей работы.

*Виды ошибок:*

- *грубые ошибки: незнание основных понятий, правил, норм; незнание приемов решения задач; ошибки, показывающие неправильное понимание условия предложенного задания.*

- *негрубые ошибки: неточности формулировок, определений; нерациональный выбор хода решения.*

- *недочеты: нерациональные приемы выполнения задания; отдельные погрешности в формулировке выводов; небрежное выполнение задания.*

### **Критерии формирования оценок по зачету**

«Зачтено» – обучающийся имеет знания основного материала по поставленным вопросам, но не усвоил его деталей, допускает отдельные неточности.

«Не зачтено» – обучающийся допускает грубые ошибки в ответе на поставленные вопросы, демонстрирует отсутствие необходимой информации.