

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Таныгин Максим Олегович

Должность: и.о. декана факультета фундаментальной и прикладной информатики

Дата подписания: 01.09.2024 18:54:43

Уникальный программный ключ:

65ab2aa0d384e63486e91c03923ab475e71d8

## Аннотация к рабочей программе дисциплины

### «Проектирование сетей сотовой связи»

#### Цель преподавания дисциплины

Целью освоения дисциплины является базовая теоретическая подготовка обучающихся в области построения систем подвижной радиосвязи, а также развитие практических навыков проектирования и планирования сетей сотовой связи.

#### Задачи изучения дисциплины

- изучение различных поколений систем мобильной связи;
- изучение структуры сети сотовой подвижной связи;
- изучение принципов организации физических и логических каналов;
- изучение основных принципов функционирования сетей мобильной связи;
- изучение состава и основных технических характеристик систем мобильной связи;
- изучение способов распределения частотно-временного ресурса и структура кадров в сетях мобильной связи различных поколений;
- изучение структуры и основ подготовки технической и проектной документации на системы сотовой связи;
- получение практических навыков планирования, мониторинга и оптимизации сетей мобильной связи;
- овладение навыками выбора эффективных моделей сигналов, помех и каналов связи, методов формирования и преобразования сигналов в системах сотовой связи;
- приобретение навыков настройки и регулировки аппаратуры систем мобильной связи при производстве, установке и технической эксплуатации;
- приобретение навыков оформления проектной документации в соответствии со стандартами и техническими регламентами.
- овладение принципами построения технического задания при автоматизации проектирования сетей сотовой связи и их элементов;
- стимулирование самостоятельной деятельности по освоению содержания дисциплины и формированию необходимых знаний, умений, владений.

#### Индикаторы компетенций, формируемые в результате освоения дисциплины

ПК-8 Способен осуществлять развитие сетей радиодоступа	ПК-8.1 Анализирует принципы построения и работы сетей связи, принципы планирования сети радиодоступа, процедуры и принципы частотно-территориального и кодового планирования, стандарты качества передачи данных и голоса, применяемые в сети организации связи, Законодательство Российской Федерации в области связи
	ПК-8.2 Проводит мониторинг параметров сети радиодоступа с целью разработки мероприятий по поддержанию качества услуг связи на требуемом уровне
	ПК-8.3 Формирует планы оптимизации конфигурационных параметров и функций сети радиодоступа
ПК-9 Способен к развитию транспортных сетей и сетей передачи данных и спутниковых систем связи	ПК-9.3 Оценивает статистические данные основных показателей эффективности радиосистем и систем передачи данных, разрабатывая мероприятия по их поддержанию на требуемом уровне, выполняя расчет пропускной способности сетей радио и

	телекоммуникаций
ПК-10 Способен использовать знания в области подвижной радиотелефонной связи (ПРТС), профессиональной подвижной радиосвязи (ППР), технической организации сетей ПРТС и ППР, а также соответствующей нормативной базы	ПК-10.1 Применяет стандарты, нормативную базу и основные технологии подвижной радиотелефонной связи и профессиональной подвижной радиосвязи
	ПК-10.2 Анализирует требования к организации сетей подвижной радиотелефонной связи и профессиональной подвижной радиосвязи
	ПК-10.3 Осуществляет развертывание сетей подвижной радиотелефонной связи и профессиональной подвижной радиосвязи

### **Разделы дисциплины**

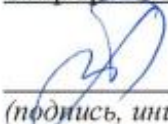
1. Актуальность и проблемы проектирования сетей сотовой связи
2. Принципы проектирования сетей сотовой связи
3. Модели и методы расчета абонентской нагрузки в сотовых сетях
4. Компьютерные средства планирования радиосетей
5. Особенности проектирования СМС стандартов GSM, UMTS, LTE

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета  
фундаментальной и прикладной  
информатики.

 М.О. Таныгин  
(подпись, инициалы, фамилия)

« 30 » 08 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Проектирование сетей сотовой связи  
(наименование дисциплины)

ОПОП ВО 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи  
шифр и наименование направления подготовки

направленность (профиль) «Системы мобильной связи»  
наименование направленности (профиля)

форма обучения заочная  
(очная, очно-заочная, заочная)

Курск – 2024

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи на основании учебного плана ОПОП ВО 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, направленность (профиль) «Системы мобильной связи», одобренного Ученым советом университета (протокол № 9 от «27» марта 2024 г.).

Рабочая программа дисциплины обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе для обучения студентов по ОПОП ВО 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, направленность (профиль) «Системы мобильной связи» на заседании кафедры космического приборостроения и систем связи № 1 «30» 08 2024 г.

*(наименование кафедры, дата, номер протокола)*

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Андронов В.Г.

Разработчик программы \_\_\_\_\_ Коптев Д.С.

Директор научной библиотеки \_\_\_\_\_ Макаровская В.Г.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, направленность (профиль) «Системы мобильной связи», одобренного Ученым советом университета протокол №    «  »    202   г., на заседании кафедры \_\_\_\_\_

*(наименование кафедры, дата, номер протокола)*

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, направленность (профиль) «Системы мобильной связи», одобренного Ученым советом университета протокол №    «  »    202   г., на заседании кафедры \_\_\_\_\_

*(наименование кафедры, дата, номер протокола)*

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, направленность (профиль) «Системы мобильной связи», одобренного Ученым советом университета протокол №    «  »    202   г., на заседании кафедры \_\_\_\_\_

*(наименование кафедры, дата, номер протокола)*

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

# **1 Цель и задачи дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы**

## **1.1 Цель дисциплины**

Целью освоения дисциплины является базовая теоретическая подготовка обучающихся в области построения систем подвижной радиосвязи, а также развитие практических навыков проектирования и планирования сетей сотовой связи.

## **1.2 Задачи дисциплины**

- изучение различных поколений систем мобильной связи;
- изучение структуры сети сотовой подвижной связи;
- изучение принципов организации физических и логических каналов;
- изучение основных принципов функционирования сетей мобильной связи;
- изучение состава и основных технических характеристик систем мобильной связи;
- изучение способов распределения частотно-временного ресурса и структура кадров в сетях мобильной связи различных поколений;
- изучение структуры и основ подготовки технической и проектной документации на системы сотовой связи;
- получение практических навыков планирования, мониторинга и оптимизации сетей мобильной связи;
- овладение навыками выбора эффективных моделей сигналов, помех и каналов связи, методов формирования и преобразования сигналов в системах сотовой связи;
- приобретение навыков настройки и регулировки аппаратуры систем мобильной связи при производстве, установке и технической эксплуатации;
- приобретение навыков оформления проектной документации в соответствии со стандартами и техническими регламентами.
- овладение принципами построения технического задания при автоматизации проектирования сетей сотовой связи и их элементов;
- стимулирование самостоятельной, деятельности по освоению содержания дисциплины и формированию необходимых знаний, умений, владений.

### 1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 1.3 – Результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за практикой)		<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за практикой</i>	<i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций</i>
код компетенции	наименование компетенции		
ПК-8	Способен осуществлять развитие сетей радиодоступа	ПК-8.1. Анализирует принципы построения и работы сетей связи, принципы планирования сети радиодоступа, процедуры и принципы частотно-территориального и кодового планирования, стандарты качества передачи данных и голоса, применяемые в сети организации связи, Законодательство Российской Федерации в области связи	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– принципы построения и работы сетей связи;</li> <li>– принципы планирования сети радиодоступа;</li> <li>– процедуры и принципы частотно-территориального и кодового планирования сетей сотовой связи;</li> <li>– стандарты качества передачи данных и голоса, применяемые в сети организации связи;</li> <li>– основные стандарты и технические регламенты Законодательства Российской Федерации в области связи.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– осуществлять планирование сети радиодоступа, используя процедуры и принципы частотно-территориального и кодового планирования.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками частотно-территориального и кодового планирования сетей сотовой связи;</li> <li>– навыками оформления проектной документации на сеть сотовой связи в соответствии со стандартами и техническими регламентами Законодательства Российской Федерации в области связи.</li> </ul>

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за практикой)		Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за практикой	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
код компетенции	наименование компетенции		
		ПК-8.2. Проводит мониторинг параметров сети радиодоступа с целью разработки мероприятий по поддержанию качества услуг связи на требуемом уровне	<p><b>Знать:</b> – методы оценки (мониторинга) параметров работы сети.</p> <p><b>Уметь:</b> – проводить мониторинг параметров сети радиодоступа; – проводить технические мероприятия, направленные на поддержку качества услуг сотовой связи на требуемом уровне.</p> <p><b>Владеть:</b> – навыками настройки и регулировки аппаратуры систем мобильной связи при производстве, установке и технической эксплуатации.</p>
		ПК-8.3 Формирует планы оптимизации конфигурационных параметров и функций сети радиодоступа	<p><b>Знать:</b> – методику оптимизации конфигурационных параметров и функций сети радиодоступа.</p> <p><b>Уметь:</b> – формировать планы оптимизации конфигурационных параметров и функций сети радиодоступа.</p> <p><b>Владеть:</b> – навыками сбора, анализа и обработки данных для формирования плана оптимизации конфигурационных параметров и функций сети радиодоступа.</p>
ПК-9	Способен к развитию транспортных сетей и сетей передачи данных и спутниковых систем связи	ПК-9.3 Оценивает статистические данные основных показателей эффективности радиосистем и систем передачи данных, разрабатывая мероприятия по их поддержанию на требуемом уровне, выполняя расчет пропускной способно-	<p><b>Знать:</b> – нормативные требования по оценке статистических данных основных показателей эффективности радиосистем и систем передачи данных с целью проведения мероприятия по их поддержанию на требуемом уровне.</p> <p><b>Уметь:</b></p>

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за практикой)		Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за практикой	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
код компетенции	наименование компетенции		
		сти сетей радио и телекоммуникаций	<p>– применять на практике результаты оценки статистических данных основных показателей эффективности радиосистем и систем передачи данных с целью проведения мероприятия по их поддержанию на требуемом уровне.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>– навыками оценки статистических данных основных показателей эффективности радиосистем и систем передачи данных с целью проведения мероприятия по их поддержанию на требуемом уровне.</p>
ПК-10	Способен использовать знания в области подвижной радиотелефонной связи (ПРТС), профессиональной подвижной радиосвязи (ППР), технической организации сетей ПРТС и ППР, а также соответствующей нормативной базы	ПК-10.1. Применяет стандарты, нормативную базу и основные технологии подвижной радиотелефонной связи и профессиональной подвижной радиосвязи	<p><b>Знать:</b></p> <p>– основные стандарты, протоколы и интерфейсы, используемые в системах и сетях мобильной связи, перспективные направления развития систем и сетей мобильной связи;</p> <p>– основные характеристики систем и сетей мобильной связи;</p> <p>– этапы разработки проекта сети сотовой связи.</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>– осуществлять анализ помехоустойчивости и пропускной способности каналов сотовой связи;</p> <p>– формулировать основные технические требования к системам и сетям мобильной связи;</p> <p>– объяснить цели и сформулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта транспортной сети.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>– навыками выбора эффективных моделей сигналов, помех и ка-</p>



Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за практикой)		Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за практикой	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
код компетенции	наименование компетенции		
			налов связи, методов формирования и преобразования сигналов в системах мобильной связи; – основами расчета параметров систем и сетей мобильной связи; – методами оценки потребности в ресурсах и эффективности проекта.
		ПК-10.2. Анализирует требования к организации сетей подвижной радиотелефонной связи и профессиональной подвижной радиосвязи	<p><b>Знать:</b> – современные технические решения создания объектов и систем связи (телекоммуникационных систем) и ее компонентов, новейшее оборудование и программное обеспечение.</p> <p><b>Уметь:</b> – применять современные технические решения создания объектов и систем связи (телекоммуникационных систем) и ее компонентов, новейшее оборудование и программное обеспечение.</p> <p><b>Владеть:</b> – навыками применения современных технических решений создания объектов и систем связи (телекоммуникационных систем) и ее компонентов, новейшего оборудования и программного обеспечения.</p>
		ПК-10.3. Осуществляет развертывание сетей подвижной радиотелефонной связи и профессиональной подвижной радиосвязи	<p><b>Знать:</b> – требования стандартов и технических регламентов по разработке и оформлению проектной документации на сети подвижной радиотелефонной связи и профессиональной подвижной радиосвязи.</p> <p><b>Уметь:</b> – использовать нормативно-техническую документацию при</p>

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за практикой)		<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за практикой</i>	<i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций</i>
код компетенции	наименование компетенции		
			<p>разработке проектной документации при развертывании сетей подвижной радиотелефонной связи.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>– навыками использования положений и требований нормативно-технической документации при разработке проектной документации на сети подвижной радиотелефонной связи.</p>

## **2 Указание места дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы**

Дисциплина «Проектирование сетей сотовой связи» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений, блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы – программы бакалавриата 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, направленность (профиль) «Системы мобильной связи». Дисциплина изучается на 4 курсе.

## **3 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 6 зачетных единиц (з.е.), 216 академических часов.

Таблица 3 – Объем дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов
Общая трудоемкость дисциплины	216
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (всего)	10
в том числе:	
лекции	4
лабораторные занятия	4
практические занятия	2
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	195,38
Контроль (подготовка к экзамену)	9
Контактная работа по промежуточной аттестации (всего АттКР)	1,62
в том числе:	
зачет	не предусмотрен
зачет с оценкой	не предусмотрена
курсовая работа (проект)	1,5
экзамен (включая консультацию перед экзаменом)	0,12

## 4 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

### 4.1 Содержание дисциплины

Таблица 4.1.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
1	2	3
1	Актуальность и проблемы проектирования сетей сотовой связи	Архитектура сетей подвижной и фиксированной радиосвязи. Системы подвижной и фиксированной радиосвязи. Особенности радиоканалов мобильной связи. Общие принципы проектирования сетей сотовой связи. Системный подход к проектированию сетей сотовой связи. Основные проектные документы. Задачи планирования сетей сотовой связи.
2	Принципы проектирования сетей сотовой связи	Принципы построения и функциональные возможности системы частотно-территориального планирования. Использование геоинформационных баз данных для решения задач частотно-территориального планирования. Методика прогнозирования зон покрытия на основе статистической модели напряжённости поля сигнала. Детерминированная модель напряжённости поля сигнала. Дифракционная модель напряжённости поля сигнала.
3	Модели и методы расчета абонентской нагрузки в сотовых сетях	Допустимая абонентская нагрузка. Модель расчёта нагрузки в соте. Модель Эрланга. Методы расчёта нагрузки в соте.
4	Компьютерные средства планирования радиосетей	Программный пакет для планирования радиорелейных, транкинговых и сотовых систем RPS-2.
5	Особенности проектирования СМС стандартов GSM, UMTS, LTE.	Частотно-территориальное планирование сотовой сети подвижной связи стандартов GSM, UMTS, LTE. Постановка задачи ЧТП сотовой сети. Алгоритм ЧТП сотовых сетей с частотно-временным разделением каналов. Методики построения начального приближения и оптимизации сотовой сети с частотно-временным разделением каналов. Методы назначения частот в сотовых сетях подвижной связи. Постановка задачи ЧТП транкинговой сети. Алгоритм частотно-территориального планирования транкинговой сети. Методики построения начального приближения и оптимизации транкинговой сети. Методы распределения кодов в сетях подвижной связи с кодовым разделением каналов.

Таблица 4.1.2 – Содержание дисциплины и его методическое обеспечение

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Виды деятельности			Учебно-методические материалы	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)	Компетенции
		лек., час	№ лаб.	№ пр.			
1	2	3	4	5	6	7	8
<i>1 семестр обучения</i>							
1	Актуальность и про-	1			У-1,2,3,4,5,	С в тече-	ПК-8

	блемы проектирования сетей сотовой связи				МУ-4	нии семестра	ПК-9 ПК-10
2	Принципы проектирования сетей сотовой связи	2	1		У-2,3,4, МУ-1,4	С в течении семестра	ПК-8 ПК-9 ПК-10
3	Модели и методы расчета абонентской нагрузки в сотовых сетях	1			У-2,4 МУ-4	С в течении семестра	ПК-8 ПК-9 ПК-10
<i>2 семестр обучения</i>							
4	Компьютерные средства планирования радиосетей			2	У-1,2,5 МУ- 2,3,4	С в течении семестра	ПК-8 ПК-9 ПК-10
5	Особенности проектирования СМС стандартов GSM, UMTS, LTE.		2	1	МУ-1,2,3,4	С в течении семестра	ПК-8 ПК-9 ПК-10

У – учебная литература, МУ – методические указания, С – собеседование

## 4.2 Лабораторные работы и (или) практические занятия

### 4.2.1 Лабораторные работы

Таблица 4.2.1 – Лабораторные работы

№	Наименование лабораторной работы	Объем, час.
1	2	3
1	Изучение моделей распространения радиосигналов в сети сотовой связи стандарта GSM-900	2
2	Частотно-территориальное планирование сети сотовой связи стандарта GSM-900	2
Итого		4

### 4.2.2 Практические занятия

Таблица 4.2.2 – Практические занятия

№ п/п	Наименование практических занятий	Объем, час.
1	2	3
1	Определение параметров приемника базовой станции (БС) сотовой связи	1
2	Расчёт необходимого уровня напряженности полезного сигнала и дальности связи между АС и БС мобильной связи	1
Итого		2

### 4.3 Самостоятельная работа студентов (СРС)

Таблица 4.3 – Самостоятельная работа студентов

№ раздела (темы)	Наименование раздела (темы) дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час
1	2	3	4
<i>1 семестр обучения</i>			
1.	Актуальность и проблемы проектирования сетей сотовой связи	С в течении семестра	20
2.	Принципы проектирования сетей сотовой связи	С в течении семестра	52
3.	Модели и методы расчета абонентской нагрузки в сотовых сетях	С в течении семестра	30
Итого в семестре			102
<i>2 семестр обучения</i>			
4.	Компьютерные средства планирования радиосетей	С в течении семестра	20
5.	Особенности проектирования СМС стандартов GSM, UMTS, LTE.	С в течении семестра	37,38
	Выполнение курсового проекта		36
Итого в семестре			93,38
Итого			195,38
Контроль (подготовка к экзамену)			9

### 5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Студенты могут при самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплин пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием и методическими разработками кафедры в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по данной дисциплине организуется:

*библиотекой университета:*

- библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с УП и данной РПД;
- имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет.

*кафедрой:*

- путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-методического и справочного материала;
- путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литературы, современных программных средств.

*путем разработки:*

- методических рекомендаций, пособий по организации самостоятельной работы студентов;
- вопросов к зачету;
- методических указаний к выполнению лабораторных работ и т.д.

*типографией университета:*

- помощь авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы;

– удовлетворение потребности в тиражировании научной, учебной и методической литературы.

## **6 Образовательные технологии. Технологии использования воспитательного потенциала дисциплины**

Реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования профессиональных компетенций обучающихся.

Содержание дисциплины обладает значительным воспитательным потенциалом, поскольку в нем аккумулирован научный опыт человечества. Реализация воспитательного потенциала дисциплины осуществляется в рамках единого образовательного и воспитательного процесса и способствует непрерывному развитию личности каждого обучающегося. Дисциплина вносит значимый вклад в формирование профессиональной культуры обучающихся. Содержание дисциплины способствует духовно-нравственному, гражданскому, правовому, профессионально-трудовому воспитанию обучающихся.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины подразумевает:

– целенаправленный отбор преподавателем и включение в лекционный материал, материал для лабораторных занятий содержания, демонстрирующего обучающимся образцы настоящего научного подвижничества создателей и представителей данной отрасли науки, высокого профессионализма ученых (представителей производства), их ответственности за результаты и последствия деятельности для природы, человека и общества; примеры подлинной нравственности людей, причастных к развитию науки и производства, а также примеры высокой духовной культуры и творческого мышления;

– применение технологий, форм и методов преподавания дисциплины, имеющих высокий воспитательный эффект за счет создания условий для взаимодействия обучающихся с преподавателем, другими обучающимися, представителями работодателей (командная работа, проектное обучение, разбор конкретных ситуаций, решение кейсов, мастер-классы);

– личный пример преподавателя, демонстрацию им в образовательной деятельности и общении с обучающимися за рамками образовательного процесса высокой общей и профессиональной культуры.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины на учебных занятиях направлена на поддержание в университете единой развивающей образовательной и воспитательной среды. Реализация воспитательного потенциала дисциплины в ходе самостоятельной работы обучающихся способствует развитию в них целеустремленности, инициативности, креативности, ответственности за результаты своей работы – качеств, необходимых для успешной социализации и профессионального становления.

## 7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### 7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 7.1 – Этапы формирования компетенций

Код и наименование компетенции	Этапы формирования компетенций и дисциплины (модули) и практики, при изучении/ прохождении которых формируется данная компетенция		
	начальный	основной	завершающий
1	2	3	4
ПК-8 Способен осуществлять развитие сетей радиодоступа	Основы многоканальных систем передачи	Основы многоканальных систем передачи Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика	Проектирование сетей сотовой связи. Системы и сети широкополосного радиодоступа. Беспроводные технологии передачи информации.
ПК-9 Способен к развитию транспортных сетей и сетей передачи данных и спутниковых систем связи		Основы оптических систем связи Основы геоинформационных систем	Проектирование сетей сотовой связи. Системы и сети широкополосного радиодоступа. Беспроводные технологии передачи информации. Системы спутникового телерадиовещания. Системы и сети цифрового телерадиовещания. Пространственный анализ в геоинформационных системах. Основы инфокоммуникационных систем навигации и диспетчеризации. Производственная преддипломная практика.
ПК-10 Способен использовать знания в области подвижной радиотелефонной связи (ПРТС), профессиональной подвижной радиосвязи (ППР), технической организации сетей ПРТС и ППР, а также соответствующей нормативной базы		Теоретические основы систем мобильной связи	Проектирование сетей сотовой связи Системы и сети широкополосного радиодоступа Беспроводные технологии передачи информации Учебная практика (научно-исследовательская работа).



## 7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Таблица 7.2 – Показатели и критерии оценивания компетенций, шкала оценивания

Код компетенции/ этап	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за практикой)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
ПК-8/ завершающий	ПК-8.1. Анализирует принципы построения и работы сетей связи, принципы планирования сети радиодоступа, процедуры и принципы частотно-территориального и кодового планирования, стандарты качества передачи данных и голоса, применяемые в сети организации связи, Законодательство Российской Федерации в области связи	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– принципы построения и работы сетей связи;</li> <li>– принципы планирования сети радиодоступа;</li> <li>– процедуры и принципы частотно-территориального и кодового планирования сетей сотовой связи;</li> <li>– стандарты качества передачи данных и голоса, применяемые в сети организации связи;</li> <li>– основные стандарты и технические регламенты Законодательства Российской Федерации в области связи.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– осуществлять планирование сети радиодоступа, используя процедуры и принципы частотно-территориального и кодового планирования.</li> </ul>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– принципы построения и работы сетей связи;</li> <li>– принципы планирования сети радиодоступа;</li> <li>– процедуры и принципы частотно-территориального и кодового планирования сетей сотовой связи;</li> <li>– стандарты качества передачи данных и голоса, применяемые в сети организации связи;</li> <li>– основные стандарты и технические регламенты Законодательства Российской Федерации в области связи.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– осуществлять планирование сети радиодоступа, используя процедуры и принципы частотно-территориального и кодового планирования.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками частотно-</li> </ul>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– принципы построения и работы сетей связи;</li> <li>– принципы планирования сети радиодоступа;</li> <li>– процедуры и принципы частотно-территориального и кодового планирования сетей сотовой связи;</li> <li>– стандарты качества передачи данных и голоса, применяемые в сети организации связи;</li> <li>– основные стандарты и технические регламенты Законодательства Российской Федерации в области связи.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– осуществлять планирование сети радиодоступа, используя процедуры и принципы частотно-территориального и кодового</li> </ul>

Код компетенции/ этап	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за практикой)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
		<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками частотно-территориального и кодового планирования сетей сотовой связи;</li> <li>– навыками оформления проектной документации на сеть сотовой связи в соответствии со стандартами и техническими регламентами Законодательства Российской Федерации в области связи</li> </ul>	<p>территориального и кодового планирования сетей сотовой связи;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками оформления проектной документации на сеть сотовой связи в соответствии со стандартами и техническими регламентами Законодательства Российской Федерации в области связи</li> </ul>	<p>планирования.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками частотно-территориального и кодового планирования сетей сотовой связи;</li> <li>– навыками оформления проектной документации на сеть сотовой связи в соответствии со стандартами и техническими регламентами Законодательства Российской Федерации в области связи</li> </ul>
	<p>ПК-8.2 Проводит мониторинг параметров сети радиодоступа с целью разработки мероприятий по поддержанию качества услуг связи на требуемом уровне</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методы оценки (мониторинга) параметров работы сети.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проводить мониторинг параметров сети радиодоступа;</li> <li>– проводить технические мероприятия, направленные на поддержку качества услуг сотовой связи на требуемом уровне.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками настройки и регулировки аппаратуры систем мобильной</li> </ul>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методы оценки (мониторинга) параметров работы сети.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проводить мониторинг параметров сети радиодоступа;</li> <li>– проводить технические мероприятия, направленные на поддержку качества услуг сотовой связи на требуемом уровне.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками настройки и регулировки аппаратуры систем мобильной</li> </ul>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методы оценки (мониторинга) параметров работы сети.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проводить мониторинг параметров сети радиодоступа;</li> <li>– проводить технические мероприятия, направленные на поддержку качества услуг сотовой связи на требуемом уровне.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками настройки и регулировки аппаратуры систем мо-</li> </ul>

Код компетенции/ этап	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за практикой)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
		связи при производстве, установке и технической эксплуатации.	при производстве, установке и технической эксплуатации.	бильной связи при производстве, установке и технической эксплуатации.
	ПК-8.3 Формирует планы оптимизации конфигурационных параметров и функций сети радиодоступа	<p><b>Знать:</b> – методику оптимизации конфигурационных параметров и функций сети радиодоступа.</p> <p><b>Уметь:</b> – формировать планы оптимизации конфигурационных параметров и функций сети радиодоступа.</p> <p><b>Владеть:</b> – навыками сбора, анализа и обработки данных для формирования плана оптимизации конфигурационных параметров и функций сети радиодоступа.</p>	<p><b>Знать:</b> – методику оптимизации конфигурационных параметров и функций сети радиодоступа.</p> <p><b>Уметь:</b> – формировать планы оптимизации конфигурационных параметров и функций сети радиодоступа.</p> <p><b>Владеть:</b> – навыками сбора, анализа и обработки данных для формирования плана оптимизации конфигурационных параметров и функций сети радиодоступа.</p>	<p><b>Знать:</b> – методику оптимизации конфигурационных параметров и функций сети радиодоступа.</p> <p><b>Уметь:</b> – формировать планы оптимизации конфигурационных параметров и функций сети радиодоступа.</p> <p><b>Владеть:</b> – навыками сбора, анализа и обработки данных для формирования плана оптимизации конфигурационных параметров и функций сети радиодоступа.</p>
ПК-9/ завершающий	ПК-9.3 Оценивает статистические данные основных показателей эффективности радиосистем и систем передачи данных с целью	<p><b>Знать:</b> – нормативные требования по оценке статистических данных основных показателей эффективности радиосистем и систем передачи данных с целью проведения мероприятия по их поддержанию на требуемом уровне.</p>	<p><b>Знать:</b> – нормативные требования по оценке статистических данных основных показателей эффективности радиосистем и систем передачи данных с целью проведения мероприятия по их поддержанию на требуемом уровне.</p> <p><b>Уметь:</b></p>	<p><b>Знать:</b> – нормативные требования по оценке статистических данных основных показателей эффективности радиосистем и систем передачи данных с целью проведения мероприятия по их поддержанию на требуемом уровне.</p>

Код компетенции/ этап	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за практикой)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
	проведения мероприятия по их поддержанию на требуемом уровне, выполняя расчет пропускной способности сетей радио и телекоммуникаций	<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– применять на практике результаты оценки статистических данных основных показателей эффективности радиосистем и систем передачи данных с целью проведения мероприятия по их поддержанию на требуемом уровне.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками оценки статистических данных основных показателей эффективности радиосистем и систем передачи данных с целью проведения мероприятия по их поддержанию на требуемом уровне.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– применять на практике результаты оценки статистических данных основных показателей эффективности радиосистем и систем передачи данных с целью проведения мероприятия по их поддержанию на требуемом уровне.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками оценки статистических данных основных показателей эффективности радиосистем и систем передачи данных с целью проведения мероприятия по их поддержанию на требуемом уровне.</li> </ul>	<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– применять на практике результаты оценки статистических данных основных показателей эффективности радиосистем и систем передачи данных с целью проведения мероприятия по их поддержанию на требуемом уровне.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками оценки статистических данных основных показателей эффективности радиосистем и систем передачи данных с целью проведения мероприятия по их поддержанию на требуемом уровне.</li> </ul>
ПК-10/ завершающий	ПК-10.1 Применяет стандарты, нормативную базу и основные технологии подвижной радиотелефонной связи и профессиональной подвижной радио-	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные стандарты, протоколы и интерфейсы, используемые в системах и сетях мобильной связи, перспективные направления развития систем и сетей мобильной связи;</li> <li>– основные характеристики систем и сетей мобильной связи;</li> </ul>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные стандарты, протоколы и интерфейсы, используемые в системах и сетях мобильной связи, перспективные направления развития систем и сетей мобильной связи;</li> <li>– основные характеристики систем и сетей мобильной связи;</li> <li>– этапы разработки проекта сети сотовой связи;</li> </ul>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные стандарты, протоколы и интерфейсы, используемые в системах и сетях мобильной связи, перспективные направления развития систем и сетей мобильной связи;</li> <li>– основные характеристики систем и сетей мобильной связи;</li> </ul>

Код компетенции/ этап	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за практикой)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
	связи	<p>– этапы разработки проекта сети сотовой связи.</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>– осуществлять анализ помехоустойчивости и пропускной способности каналов сотовой связи;</p> <p>– формулировать основные технические требования к системам и сетям мобильной связи;</p> <p>– объяснить цели и сформулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта транспортной сети.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>– навыками выбора эффективных моделей сигналов, помех и каналов связи, методов формирования и преобразования сигналов в системах мобильной связи;</p> <p>– основами расчета параметров систем и сетей мобильной связи;</p> <p>– методами оценки потребности в ресурсах и эффективности проекта.</p>	<p>вой связи.</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>– осуществлять анализ помехоустойчивости и пропускной способности каналов сотовой связи;</p> <p>– формулировать основные технические требования к системам и сетям мобильной связи;</p> <p>– объяснить цели и сформулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта транспортной сети.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>– навыками выбора эффективных моделей сигналов, помех и каналов связи, методов формирования и преобразования сигналов в системах мобильной связи;</p> <p>– основами расчета параметров систем и сетей мобильной связи;</p> <p>– методами оценки потребности в ресурсах и эффективности проекта.</p>	<p>– этапы разработки проекта сети сотовой связи.</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>– осуществлять анализ помехоустойчивости и пропускной способности каналов сотовой связи;</p> <p>– формулировать основные технические требования к системам и сетям мобильной связи;</p> <p>– объяснить цели и сформулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта транспортной сети.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>– навыками выбора эффективных моделей сигналов, помех и каналов связи, методов формирования и преобразования сигналов в системах мобильной связи;</p> <p>– основами расчета параметров систем и сетей мобильной связи;</p> <p>– методами оценки потребности в ресурсах и эффективности проекта сети телекоммуникаций и радиосвязи.</p>

Код компетенции/ этап	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за практикой)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
	ПК-10.2. Анализирует требования к организации сетей подвижной радиотелефонной связи и профессиональной подвижной радиосвязи	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– современные технические решения создания объектов и систем связи (телекоммуникационных систем) и ее компонентов, новейшее оборудование и программное обеспечение.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– применять современные технические решения создания объектов и систем связи (телекоммуникационных систем) и ее компонентов, новейшее оборудование и программное обеспечение.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками применения современных технических решений создания объектов и систем связи (телекоммуникационных систем) и ее компонентов, новейшего оборудования и программного обеспечения.</li> </ul>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– современные технические решения создания объектов и систем связи (телекоммуникационных систем) и ее компонентов, новейшее оборудование и программное обеспечение.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– применять современные технические решения создания объектов и систем связи (телекоммуникационных систем) и ее компонентов, новейшее оборудование и программное обеспечение.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками применения современных технических решений создания объектов и систем связи (телекоммуникационных систем) и ее компонентов, новейшего оборудования и программного обеспечения.</li> </ul>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– современные технические решения создания объектов и систем связи (телекоммуникационных систем) и ее компонентов, новейшее оборудование и программное обеспечение.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– применять современные технические решения создания объектов и систем связи (телекоммуникационных систем) и ее компонентов, новейшее оборудование и программное обеспечение.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками применения современных технических решений создания объектов и систем связи (телекоммуникационных систем) и ее компонентов, новейшего оборудования и программного обеспечения.</li> </ul>
	ПК-10.3 Осуществляет развертывание сетей подвижной радио-	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– требования стандартов и технических регламентов по разработке и оформлению проектной документа-</li> </ul>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– требования стандартов и технических регламентов по разработке и оформлению проектной документации</li> </ul>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– требования стандартов и технических регламентов по разработке и оформлению проектной</li> </ul>

Код компетенции/ этап	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за практикой)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
	телефонной связи и профессиональной подвижной радиосвязи	<p>ции на сети подвижной радиотелефонной связи и профессиональной подвижной радиосвязи.</p> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– использовать нормативно-техническую документацию при разработке проектной документации при развертывании сетей подвижной радиотелефонной связи.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками использования положений и требований нормативно-технической документации при разработке проектной документации на сети подвижной радиотелефонной связи.</li> </ul>	<p>на сети подвижной радиотелефонной связи и профессиональной подвижной радиосвязи.</p> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– использовать нормативно-техническую документацию при разработке проектной документации при развертывании сетей подвижной радиотелефонной связи.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками использования положений и требований нормативно-технической документации при разработке проектной документации на сети подвижной радиотелефонной связи.</li> </ul>	<p>документации на сети подвижной радиотелефонной связи и профессиональной подвижной радиосвязи.</p> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– использовать нормативно-техническую документацию при разработке проектной документации при развертывании сетей подвижной радиотелефонной связи.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками использования положений и требований нормативно-технической документации при разработке проектной документации на сети подвижной радиотелефонной связи.</li> </ul>

**7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы**

Таблица 7.3 – Паспорт комплекта оценочных средств для текущего контроля успеваемости

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Технология формирования	Оценочные средства		Описание шкал оценивания
				наименование	№№ заданий	
1	2	3	4	5	6	7
1	Актуальность и проблемы проектирования сетей сотовой связи	ПК-8 ПК-9 ПК-10	Лекция, СРС	вопросы для собеседования	1-30	Согласно табл.7.2
2	Принципы проектирования сетей сотовой связи	ПК-8 ПК-9 ПК-10	Лекция, лабораторная работа, СРС	вопросы для собеседования	31-60	Согласно табл.7.2
				ЛР№1	1-10	
3	Модели и методы расчета абонентской нагрузки в сотовых сетях	ПК-8 ПК-9 ПК-10	Лекция, СРС	вопросы для собеседования	61-90	Согласно табл.7.2
4	Компьютерные средства планирования радиосетей	ПК-8 ПК-9 ПК-10	Лекция, практическая работа, курсовой проект, СРС	вопросы для собеседования	91-120	Согласно табл.7.2
				ЛР№2	1-10	
5	Особенности проектирования СМС стандартов GSM, UMTS, LTE.	ПК-8 ПК-9 ПК-10	Лекция, лабораторная работа, практическая работа, курсовой проект, СРС	вопросы для собеседования	121-150	Согласно табл.7.2
				ЛР№2	1-10	
				ЛР№1	1-10	

*Примеры типовых контрольных заданий для проведения текущего контроля успеваемости*

Примерный перечень вопросов для собеседования по разделу 2 «Принципы проектирования сетей сотовой связи»

1. Территориальное планирование.
2. Понятие кластера, частотные группы.
3. Расчет допустимого расстояния между БС с одинаковыми частотными группами в однородной модели сотовой связи.
4. Расчет размерности кластера.



5. Частотное планирование. Диапазоны частот, выделенные для систем подвижной радиосвязи.
6. План частот аналоговой системы NMT-450, цифровых систем GSM-900, GSM-1800, GSM-1900.
7. Число дуплексных каналов.
8. Определение максимального числа обслуживаемых абонентов в соте.
9. Расчет мощности шума и отношения сигнал/шум на входе приемника МС.
10. Определение отношения сигнал/шум в аналоговом канале.
11. Определение вероятности ошибок в цифровом канале.
12. Связь между вероятностью ошибок и отношением сигнал/шум при использовании в СМС радиосигналов с различными видами модуляции.
13. Влияние частотно-селективных замираний на качество связи.
14. Методы снижения влияния частотных замираний: пространственно-разнесенный прием; передача-прием с использованием медленных скачков по частоте; эквалайзинг.

Примерный перечень вопросов для собеседования по разделу 5 «Особенности проектирования СМС стандартов GSM, UMTS, LTE»

1. Цифровой стандарт СМС GSM. Принцип работы, возможности, технические характеристики.
2. Достоинства цифровых стандартов по сравнению с аналоговыми.
3. Построение цифрового потока при TDMA: понятие окна, кадра, мультикадра, суперкадра, их длительности. Типы окон и их структура. Физические каналы.
4. Логические каналы трафика и управления. Виды логических каналов связи. Организация логических каналов с полной и половинной скоростью.
5. Организация каналов частотной синхронизации.
6. Организация общих каналов управления и совмещенных каналов управления.
7. Обеспечение безопасности связи в стандарте GSM. Аутентификация и идентификация абонента, обеспечение секретности.
8. Функциональная схема сети связи GSM. Структура служб в стандарте GSM.
9. Структура и технические параметры БС и АС.
10. Радиооборудование и контроллер БС. Состав и работа центра коммутации подвижной связи и центра управления и обслуживания.

Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости представлены в УММ по дисциплине.

***Темы курсовых проектов***

1. Проект сети сотовой связи стандарта GSM.

В соответствии с методическими указаниями предусмотрены различные варианты исходных данных.

Требования к структуре, содержанию, объему, оформлению курсовых работ (курсовых проектов), процедуре защиты, а также критерии оценки определены в:

- стандарте СТУ 04.02.030 «Курсовые работы (проекты). Выпускные квалификационные работы. Общие требования к структуре и оформлению»;
- положении П 02.016-2018 «О балльно-рейтинговой системе оценивания результатов обучения по дисциплинам (модулям) и практикам при освоении обучающимися образовательных программ»;
- методических указаниях по выполнению курсового проекта.

*Промежуточная аттестация* по дисциплине проводится в форме экзамена. Экзамен проводится в виде компьютерного тестирования.

Для тестирования используются контрольно-измерительные материалы (КИМ) – вопросы и задания в тестовой форме, составляющие банк тестовых заданий (БТЗ) по дисциплине, утвержденный в установленном в университете порядке.

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания являются темы дисциплины, указанные в разделе 4 настоящей программы. Все темы дисциплины отражены в КИМ в равных долях (%). БТЗ включает в себя не менее 100 заданий и постоянно пополняется. БТЗ хранится на бумажном носителе в составе УММ и электронном виде в ЭИОС университета.

Для проверки *знаний* используются вопросы и задания в различных формах:

- закрытой (с выбором одного или нескольких правильных ответов),
- открытой (необходимо вписать правильный ответ),
- на установление правильной последовательности,
- на установление соответствия.

*Умения, навыки (или опыт деятельности) и компетенции* проверяются с помощью компетентностно-ориентированных задач (ситуационных, производственных или кейсового характера) и различного вида конструкторов. Все задачи являются многоходовыми. Некоторые задачи, проверяющие уровень сформированности компетенций, являются многовариантными. Часть умений, навыков и компетенций прямо не отражена в формулировках задач, но они могут быть проявлены обучающимися при их решении.

В каждый вариант КИМ включаются задания по каждому проверяемому элементу содержания во всех перечисленных выше формах и разного уровня сложности. Такой формат КИМ позволяет объективно определить качество освоения обучающимися основных элементов содержания дисциплины и уровень сформированности компетенций.

*Примеры типовых заданий для проведения промежуточной аттестации обучающихся*

**Задание в закрытой форме:**

Чем регламентируются правила взаимодействия абонентских станций с базовой станцией при доступе и получении услуг связи, определяющие структура пакетов, кадров, полей и их назначение, а также действия абонентских станций и базовых станций?

- а) радиointерфейсом
- б) протоколом обмена
- в) параметрами базовой сети
- г) параметрами опорной сети

**Задание в открытой форме:**

Способ расширения спектра передаваемого сигнала, при котором излучение осуществляется на коротких интервалах времени длительностью  $T_{ск}$  и положения которых на оси времени определяется псевдослучайным кодом называются скачками по \_\_\_\_\_ .

**Задание на установление правильной последовательности:**

Установите последовательность действий при пространственно-временном кодировании  
2x2

- а) последовательный цифровой поток с выхода АЦП с помощью мультиплексора разделяется на два параллельных потока
- б) параллельный поток поступает на пространственно-временной кодер STC
- в) подпоток кодируется пространственно-временным кодом
- г) каждый из подпотоков подвергается модуляции

**Задание на установление соответствия:**

Установите соответствие между терминами и их определениями

<i>Термин</i>	<i>Определение</i>
Симметричное шифрование	шифрование с помощью секретных ключей, при котором абоненты должны совместно выбрать единый математический алгоритм, который будет использоваться для шифрования и расшифровки данных
Асимметричное шифрование	шифрование, при котором используются разные, но взаимно дополняющие друг друга ключи и алгоритмы шифрования и расшифровки
Потоковое шифрование	шифрование, при котором выполняется побитовое сложение по модулю 2 ключевой последовательности, генерируемой алгоритмом шифрования на основе заранее заданного ключа, и исходного сообщения

**Компетентностно-ориентированная задача:**

1. Приемник расположен на расстоянии 1 км от 5-ваттного передатчика, несущая частота  $f = 1900$  МГц. Считать, что обе антенны расположены в свободном пространстве и имеют коэффициенты усиления  $G_r = 1$ ,  $G_t = 2$ . Найти:

- а) мощность на выходе приемной антенны  $P_r$ ;
- б) амплитуду электрического поля вблизи приемной антенны;
- в) напряжение сигнала, приложенное на входе приемника, если выходное сопротивление антенны 50 Ом и она согласована с приемником.

2. Мобильный приемник расположен на расстоянии 5 км от базовой станции и использует в качестве антенны четвертьволновый диполь. На расстоянии 1 км амплитуда электрического поля составила 10-3 В/м. Частота 900 МГц. Высота подвеса излучающей антенны 50 м, приемной – 1.5 м. Найти:

- а) длину и усиление приемной антенны;
- б) мощность на выходе приемной антенны  $P_r$ , если используется 2-лучевая модель распространения радиоволн.

Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся представлены в УММ по дисциплине.

**7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, регулируются следующими нормативными актами университета:

- положение П 02.016–2018 О балльно-рейтинговой системе оценивания результатов обучения по дисциплинам (модулям) и практикам при освоении обучающимися образовательных программ;
- методические указания, используемые в образовательном процессе, указанные в списке литературы.

Для *текущего контроля успеваемости* по дисциплине в рамках действующей в университете балльно-рейтинговой системы применяется следующий порядок начисления баллов:

Таблица 7.4 – Порядок начисления баллов в рамках БРС

Форма контроля	Минимальный балл		Максимальный балл	
	балл	примечание	балл	примечание
1	2	3	4	5
Лабораторная работа № 1 «Изучение моделей распространения радиосигналов в сети сотовой связи стандарта GSM-900)»	0	Не выполнил и не «защитил» работу	6	Выполнил и защитил, доля правильных ответов на защите составила более 85%
Лабораторная работа № 2 «Частотно-территориальное планирование сети сотовой связи стандарта GSM-900)»	0	Не выполнил и не «защитил» работу	6	Выполнил и защитил, доля правильных ответов на защите составила более 85%
Практическая работа № 1 «Определение параметров приемника базовой станции (БС) сотовой связи)»	0	Не выполнил и не «защитил» работу	6	Выполнил и защитил, доля правильных ответов на защите составила более 85%
Практическая работа № 2 «Расчёт необходимого уровня напряженности полезного сигнала и дальности связи между АС и БС мобильной связи)»	0	Не выполнил и не «защитил» работу	6	Выполнил и защитил, доля правильных ответов на защите составила более 85%
Собеседование	0	Не прошел собеседование	12	Доля правильных ответов составила более 85%
Итого	0		36	
Посещаемость	0	Не посетил не одного занятия	14	Посещал все занятия
Экзамен	0	Не ответил не на один вопрос правильно	60	Правильно ответил на все вопросы
Итого	0		100	

Для промежуточной аттестации обучающихся, проводимой в виде компьютерного тестирования, используется следующая методика оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности. В каждом варианте КИМ –16 заданий (15 вопросов и одна компетентностно-ориентированная задача).

Каждый верный ответ оценивается следующим образом:

- задание в закрытой форме –3 балла,
- задание в открытой форме – 3 балла,
- задание на установление правильной последовательности – 3 балла,
- задание на установление соответствия – 3 балла,
- решение компетентностно-ориентированной задачи – 15 баллов.

Максимальное количество баллов за тестирование –60 баллов.

## **8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **8.1 Основная учебная литература**

1. Райфельд, М. А. Основы построения современных систем сотовой связи: учебник / М. А. Райфельд. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 416 с.– URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576497> (дата обращения: 08.07.2024). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.

2. Райфельд, М. А. Системы и сети мобильной связи: учебное пособие / М. А. Райфельд, А. А. Спектор. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2019. – 96 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575619> (дата обращения: 08.07.2024). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.

3. Березовский, П. П. Основы радиотехники и связи: учебное пособие / П. П. Березовский; науч. ред. Л. Г. Доросинский. – Екатеринбург: Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. Издательство Уральского университета, 2017. – 214 с.– URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=695302> (дата обращения: 08.07.2024). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.

### **8.2 Дополнительная учебная литература**

4. Акулиничев, Ю. П. Системы радиосвязи: учебное пособие / Ю. П. Акулиничев, А. С. Бернгардт. – Томск: Томский Государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР), 2015. – 194 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480584> (дата обращения: 08.07.2024). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.

5. Акулиничев, Ю. П. Радиотехнические системы передачи информации: учебное пособие / Ю. П. Акулиничев, А. С. Бернгардт. – Томск: Томский Государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР), 2015. – 196 с.– URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480583> (дата обращения: 08.07.2024). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.

### **8.3 Перечень методических указаний**

1. Частотно-территориальное планирование сети сотовой связи: методические указания по выполнению лабораторных работ по курсу «Проектирование сетей сотовой связи» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост. А. Е. Севрюков. – Курск: ЮЗГУ, 2021. – 28 с. – Загл. с титул. экрана. – Текст: электронный.

2. Определение параметров оборудования сети сотовой связи: методические указания по выполнению практических работ по курсу «Проектирование сетей сотовой связи» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост. А. Е. Севрюков. – Курск: ЮЗГУ, 2021. – 14 с. – Загл. с титул. экрана. – Текст: электронный.

3. Проект сети сотовой связи стандарта GSM: методические указания по выполнению курсового проекта по курсу «Проектирование сетей сотовой связи» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост. А. Е. Севрюков. – Курск: ЮЗГУ, 2021. – 22 с. – Загл. с титул. экрана. – Текст: электронный.

4. Проектирование сетей сотовой связи: методические указания по организации самостоятельной работы студентов по дисциплине «Проектирование сетей сотовой связи» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост. Д. С. Коптев. – Курск: ЮЗГУ, 2024. – 15 с. – Загл. с титул. экрана. – Текст: электронный.

## **9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. <http://biblioclub.ru> – Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн».
2. <http://school-collection.edu.ru/> – федеральное хранилище Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов.
3. <http://www.edu.ru/> – федеральный портал Российское образование.
4. <http://www.igumo.ru/> – интернет-портал Института гуманитарного образования и информационных технологий.
5. <http://elibrary.ru/defaultx.asp> – научная электронная библиотека «Elibrary».
6. <http://www.eduhmao.ru/info/1/4382/> – информационно-просветительский портал «Электронные журналы».
7. [www.diss.rsl.ru](http://www.diss.rsl.ru) – электронная библиотека диссертаций.
8. <http://fictionbook.ru> – электронная библиотека.
9. <http://svitk.ru> – электронная библиотека.
10. <http://www.iqlib.ru> – электронная библиотека образовательных и просветительных изданий.
11. <http://www.lib.msu.su/index.html> – Научная библиотека Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова.
12. <http://www.rsl.ru/> – Российская Государственная Библиотека.
13. <http://e.lanbook.com/> – Электронно-библиотечная система «Лань».
14. <http://window.edu.ru/> – Электронная библиотека «Единое окно доступа к образовательным ресурсам».

## **10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Основными видами аудиторной работы студента при изучении дисциплины «Проектирование сетей сотовой связи» являются лекции, лабораторные и практические занятия. Студент не имеет права пропускать занятия без уважительных причин.

На лекциях излагаются и разъясняются основные понятия темы, связанные с ней теоретические и практические проблемы, даются рекомендации для самостоятельной работы. В ходе лекции студент должен внимательно слушать и конспектировать материал.

Изучение наиболее важных тем или разделов дисциплины завершают лабораторные и практические занятия, которые обеспечивают: контроль подготовленности студента; закрепление учебного материала; приобретение опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, в том числе аргументации и защиты выдвигаемых положений и тезисов.

Лабораторному или практическому занятию предшествует самостоятельная работа студента, связанная с освоением материала, полученного на лекциях, и материалов, изложенных в учебниках и учебных пособиях, а также литературе, рекомендованной преподавателем.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает по результатам собеседования, защиты отчетов по лабораторным и практическим работам.

Преподаватель уже на первых занятиях объясняет студентам, какие формы обучения следует использовать при самостоятельном изучении дисциплины «Проектирование сетей сотовой связи»: конспектирование учебной литературы и лекции, составление словарей понятий и терминов и т. п.

В процессе обучения преподаватели используют активные формы работы со студентами: чтение лекций, привлечение студентов к творческому процессу на лекциях, отработку студентами пропущенных лекций, участие в групповых и индивидуальных консультациях (собеседовании). Эти формы способствуют выработке у студентов умения работать с учебником и литературой. Изучение литературы составляет значительную часть самостоятельной работы студента. Это большой труд, требующий усилий и желания студента. В самом начале работы над книгой важно

определить цель и направление этой работы. Прочитанное следует закрепить в памяти. Одним из приемов закрепления освоенного материала является конспектирование, без которого немислима серьезная работа над литературой. Систематическое конспектирование помогает научиться правильно, кратко и четко излагать своими словами прочитанный материал.

Самостоятельную работу следует начинать с первых занятий. От занятия к занятию нужно регулярно прочитывать конспект лекций, знакомиться с соответствующими разделами учебника, читать и конспектировать литературу по каждой теме дисциплины. Самостоятельная работа дает студентам возможность равномерно распределить нагрузку, способствует более глубокому и качественному освоению учебного материала. В случае необходимости студенты обращаются за консультацией к преподавателю по вопросам дисциплины «Проектирование сетей сотовой связи» с целью освоения и закрепления компетенций.

Основная цель самостоятельной работы студента при изучении дисциплины «Проектирование сетей сотовой связи» – закрепить теоретические знания, полученные в процессе лекционных занятий, расширить их путем изучения дополнительной литературы, выданной преподавателем, а также сформировать практические навыки самостоятельного анализа особенностей дисциплины.

### **11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Программный продукт LibreOffice (свободно распространяемое ПО для некоммерческих целей) (ссылка на скачивание: [ru.libreoffice.org/ /download/](http://ru.libreoffice.org/download/)).

Программный пакет RPS2 (свободно распространяемое ПО для некоммерческих целей).

Программный продукт Cisco Packet Tracer (свободно распространяемое ПО для студентов высших учебных заведений) (ссылка на скачивание: <http://www.packettracernetwork.com>).

Операционная система Windows

Антивирус Касперского (или ESETNOD)

### **12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для проведения лекционных занятий требуется учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащенная:

- учебной мебелью: столы (в количестве не менее 1 на 2 обучающихся) и стулья для обучающихся (в количестве не менее списочного состава группы);
- столом и стулом для преподавателя;
- доской;
- видеопроектором и ноутбуком (для показа презентаций и учебных фильмов).

Проведение лабораторных занятий предполагается в учебной лаборатории кафедры космического приборостроения и систем связи, оснащенной:

- учебной мебелью: столы (в количестве не менее 1 на 2 обучающихся) и стулья для обучающихся (в количестве не менее списочного состава группы);
- доской;
- столом и стулом для преподавателя;
- учебными компьютерами (в количестве не менее 1 устройство на 2 студентов), с установленными программными продуктами, перечисленными в п.11 настоящей программы, оснащенными программным обеспечением для выхода в глобальные сети передачи данных: Google Chrome; Internet Explorer.

### **13 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

*Для лиц с нарушением слуха* возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

*Для лиц с нарушением зрения* допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

*Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата,* на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочесть задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).



**14 Лист дополнений и изменений, внесенных в рабочую программу дисциплины**

Номер изменения	Номера страниц				Всего стра- ниц	Дата	Основание для изменения и подпись лица, проводившего изменения
	изме- ненных	замене- ных	аннулиро- ванных	НОВЫХ			