

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Учебно-научный
институт радиоэлектроники и информационных технологий (ИРИТ)

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института:

_____ Мякинников А.В.

« 22 » апреля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ОД.8 «Системы сотовой связи»

Направление подготовки:
11.03.02 – Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Профиль (направленность): Сети связи и системы коммутации

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2025

Выпускающая кафедра «Электроника и сети ЭВМ»

Кафедра разработчик «Электроника и сети ЭВМ»

Объем дисциплины 108/3

Промежуточная аттестация экзамен , 8 семестр

Разработчик Сюваткин В.С., доцент

Нижний Новгород, 2025

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 11.03.02 – «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от __19.09.2017__ №_930_ на основании учебного плана принятого УМС НГТУ

протокол от __19.12.2024__ №__7__

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от __13.03.2025__ №_2__

Зав. кафедрой ЭСВМ д.т.н, проф. Бабанов Н.Ю. _____
подпись

Программа рекомендована к утверждению ученым советом ИРИТ, где реализуется данная программа
Протокол от __22.04.25__ №_3__

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № 11.03.02-с-29

Начальник МО _____ Севрюкова Е.Г.
подпись

Заведующая отделом комплектования НТБ _____ Кабанина Н.И.
подпись

СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ	3
1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
1.1. Цель освоения дисциплины.....	4
1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля)	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ (ООВПО)	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	9
4.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ	9
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ	10
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	15
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	18
6.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда	18
6.2. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям	19
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	20
7.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)	20
7.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем	20
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	21
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	21
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ ..	22
10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии	22
10.2. Методические указания для занятий лекционного типа	23
10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах	23
10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся	23
11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	24
11.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости (в том числе в форме экзамена).....	24
11.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена	25
11.3. Типовые задания для курсовой работы.....	25

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ):

1.1. Целями освоения дисциплины «Системы сотовой связи» являются:

1. Изучение основ создания, функционирования и развития систем сотовой связи различных стандартов и различных поколений, протоколов взаимодействия блоков между собой и с сетями ТфОП, их сходства и различия;
2. Приобретение знаний, необходимых для выполнения работ по приемке сотового оборудования, выполнения регламентных и эксплуатационных работ в сетях сотовой связи.
3. Овладение методами расчета и проектирования зон радиопокрытия;

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

- дать базовые понятия особенностей систем сотовой связи различных поколений,
- научить ориентироваться в технологиях, аппаратных и программных реализациях технологий, применяемых в сетях и системах сотовой радиосвязи,
- подготовить бакалавров к возможной трудовой деятельности в сфере сетей и систем сотовой радиосвязи.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ (ООП ВПО бакалавриата)

Дисциплина «Системы сотовой связи» относится к **вариативной части базового профессионального блока Б1.В.ОД.8**. Эта учебная дисциплина (модуль) включена в перечень дисциплин **вариативной части** (формируемой участниками образовательных отношений), определяющий направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС3++, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на курсах "Основы теории цепей", "Электромагнитные поля и волны", «Сети и системы радиосвязи» и др. (подробно о таких курсах указано в табл.1). Бакалавр должен обладать знаниями принципов модуляции, кодирования, передачи и приема радиосигналов, иметь навыки работы с компьютером и навыки программирования.

Освоение дисциплины необходимо для последующего изучения дисциплин "Сети связи", "Моделирование сетей связи", а также для выполнения Учебно-исследовательских работ (УИРС) и некоторых дисциплин Магистерского учебного плана по данному направлению.

Подробно место дисциплины в структуре образовательной программы для формирования компетенций дисциплины обучающегося показано в табл. 1

Рабочая программа дисциплины «Системы сотовой связи» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся, по их личному заявлению.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование элементов профессиональных (ПК) компетенций в соответствии с ОПОП ВО по направлению

11.03.02 - Инфокоммуникационные технологии и системы связи:

Дисциплина «Системы сотовой связи» относится к классу вариативных Б1.В.ОД.8, она характеризуется профессиональными компетенциями стандартов (ПКС), следующего вида:

ПКС-1 - Способен осуществлять изучение условий эксплуатации и режимов работы телекоммуникационных и радиоэлектронных средств и их составных частей

Способен осуществлять изучение условий эксплуатации и режимов работы телекоммуникационных и радиоэлектронных средств и их составных частей

ПКС-2 - Способен оценивать технические предложения и задания, связанные с проектированием модернизируемого телекоммуникационного или радиоэлектронного средства

Формирование указанных компетенций размещено в таблице 1.

Таблица 1 - Формирование компетенций дисциплинами

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ПКС-1								
Сети связи								
Направляющие среды электросвязи								
Системы сотовой связи								
Архитектура инфокоммуникационных систем								
Информационные системы								
Проектирование цифровых компонентов								
Электромагнитные поля и волны								
Электропитание устройств систем телекоммуникаций								
Системы коммутации								
Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей								
Сети и системы радиосвязи								
Иностранный язык профессионального общения								
Иностранный язык в сфере инфокоммуникационных технологий								
Введение в специальность								
Ознакомительная практика								
Проектно-технологическая								

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Выполнение и защита ВКР								
ПКС-2								
Сети связи								
Телетрафик мультисервисных сетей								
Системы сотовой связи								
Архитектура инфокоммуникационных систем								
Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей								
Программирование на языке PHP								
Нелинейные цепи и цифровые фильтры								
Объектно-ориентированное программирование								
Сети и системы радиосвязи								
Экономика отрасли инфокоммуникаций								
Финансовый менеджмент								
Разработка сетевых сервисов								
Разработка web-приложений								
Проектно-технологическая								
Выполнение и защита ВКР								

3.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы (ОП)

Таблица 2 - Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Код и наименование дескриптора достижения компетенции	Код ПС* и ТФ*	Квалификационные требования к выбранной ТФ*	Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промеж уточной аттестации
РПД «Системы сотовой связи» (Б1.В.ОД.8)						
ПКС-1 Способен осуществлять изучение условий эксплуатации и режимов работы телекоммуникационных и радиоэлектронных средств и их составных частей	ИПКС-1.3 – Имеет знания о системах коммутации проводных и беспроводных телекоммуникационных системах и особенностях их эксплуатации ИПКС-1.5 - Имеет знания о сетях радиодоступа и особенностях эксплуатации систем сотовой связи	Знать: - Принципы организации и функционирования систем сотовой связи Уметь: - Производить анализ качества работы оборудования Владеть: - Методикой расчета энергетических параметров соты	06.048 F /01.6	Трудовые действия: - Экспертное оценивание технических предложений, технических заданий, связанных с проектированием модернизируемого средства радиоэлектронного средства - Разработка технических требований к составной части радиоэлектронных средств Необходимые умения: - Осуществлять сбор и анализ научно-технической информации, обобщать отечественный и зарубежный опыт в области радиотехники, проводить анализ патентной литературы Необходимые знания: - Достижения науки и техники в стране и за рубежом в области разработки и производства оборудования радиоэлектронных средств	Вопросы для письменного опроса	Вопросы для устного собеседования: билеты
ПКС-2. Способен оценивать технические	ИПКС-2.3 - Имеет знания о существующих и	Знать: - Принципы проектирования	06.048	Трудовые действия: - Выполнение		

предложения и задания, связанные с проектированием модернизируемого телекоммуникационного или радиоэлектронного средства.	альтернативных проводных и беспроводных (включая системы сотовой связи) сетях и средствах связи	систем сотовой связи Уметь: - Производить моделирование зоны радиопокрытия Владеть: - Специализированными программными средствами моделирования зоны радиосвязи	<i>F /01.6</i>	экспериментальных работ для проверки прогнозируемых технических характеристик составных частей радиоэлектронных средств различного назначения Необходимые умения: - Выполнять технические расчеты с применением средств вычислительной техники - Составлять научно-технические отчеты по результатам исследований Необходимые знания: - Методы выполнения технических расчетов, в том числе с применением средств вычислительной техники - Методика оформления научно-технической отчетности по результатам выполненных исследований, требования к ее оформлению		
---	---	---	----------------	--	--	--

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет **3** зач.ед. **108** часов, распределение часов по видам работ и семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час		
	Все го час	В т.ч. по семестрам	
			8 сем
Формат изучения дисциплины	очная		
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108		108
1. Контактная работа:			
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	33		33
занятия лекционного типа (Л)	22		22
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др)			
лабораторные работы (ЛР)	11		11
1.2. Внеаудиторная, в том числе	6		6
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)			
текущий контроль, консультации по дисциплине	4		4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	2		2
2. Самостоятельная работа (СРС)	33		33
реферат/эссе (подготовка)			
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)			
контрольная работа			
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)			
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	33		33
Подготовка к экзамену (контроль) (Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен))	Экзамен 36		Экзамен 36
Общая трудоемкость, часы/зачетные единицы	108/3		108/3

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 - Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций (ИОПК)	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельн ая работа студентов (час)			
		Лекции	Лаборато рные работы	Практич еские занятия				
8 семестр								
ПКС-1, ПКС-2	Раздел 1. Основные принципы построения систем и сетей подвижной радиосвязи (4,5=2+2,5,ч.)							
	Тема 1.1. Радиосвязь как вариант доступа к информационно- коммутационным системам.	0,5			0,5	Подготовка к лекциям	Домашняя самоподготовка; общение и консультации по электронной почте.	Конспекты лекций для дистанционного обучения.
	Тема 1.2. Основные принципы построения и характеристики систем радиосвязи	0,5			0,5	Подготовка к лекциям	Домашняя самоподготовка; общение и консультации по электронной почте	Конспекты лекций для дистанционного обучения.
	Тема 1.3. Надежность подвижной наземной радиосвязи	1,0			1,5	Подготовка к лекциям	Задания для аудиторных и самостоятельных решений.	Конспекты лекций для дистанционного обучения.
	Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:				2,5			
	реферат, эссе (тема)				-			
	расчётно-графическая работа (РГР)				-			
	контрольная работа				-			
	Итого по 1 разделу	2,0				2,5		
	Раздел 2. Системы стандарта GSM (26,5=7+6+2+11,5,ч.)							

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций (ИОПК)	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятель- ная работа студентов (час)			
		Лекции	Лаборато- рные работы	Практич- еские занятия				
ПКС-1, ПКС-2	Тема 2.1. Методы множественного доступа. Архитектура сетей сотовой связи стандарта GSM. Состав и назначение	1,0			1,5	Подготовка к лекциям	Задания для аудиторных и самостоятельных решений.	Конспекты лекций для дистанционного обучения.
	Тема 2.2. Логические и физические каналы. Цикловая структура передачи. Свойства радиоканала. Многолучевость. Энергетические характеристики радиоканала. Организация входящих и исходящих вызовов. WAP протоколы.	4,0			6,0	Подготовка к лекциям	Задания для аудиторных и самостоятельных решений.	Конспекты лекций для дистанционного обучения.
	Тема 2.3. GPRS и EDGE технологии и UMTS структура построения сети сотовой связи	2,0			4,0	Подготовка к лекционным занятиям		Конспекты лекций для дистанционного обучения.
	Лабораторная работа № 1: Расчет параметров зоны радиопокрытия;		3,0			Подготовка к выполнению лабораторной работы	Методические указания к лабораторным работам. Контрольные вопросы.	
	Лабораторная работа № 2: Математическое моделирование энергетических характеристик соты;		3,0			Подготовка к выполнению лабораторной работы	Методические указания к лабораторным работам. Контрольные вопросы.	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций (ИОПК)	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельн ая работа студентов (час)			
		Лекции	Лаборато рные работы	Практич еские занятия				
	Самостоятельная работа по освоению 2 раздела:				11,5			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
контрольная работа (КСР)			2					
Итого по 2 разделу	7,0	6,0	2	11,5				
ПКС-1, ПКС-2	Раздел 3. Системы стандарта CDMA (17=4+5+1+7,ч.)							
	Тема 3.1. Сотовые системы стандарта CDMA. Особенности сигналов с расширенным спектром	2,0			3,5	Подготовка к лекциям	Задания для аудиторных и самостоятельных решений	Конспекты лекций для дистанционного обучения
	Тема 3.2. Принципы передачи и приема сигналов в системах стандарта CDMA	2,0			3,5	Подготовка к лекциям	Задания для аудиторных и самостоятельных решений	Конспекты лекций для дистанционного обучения
	Лабораторная работа № 3: Изучение моделирующей программы RadioMobile;		1,0			Подготовка к выполнению лабораторной работы	Методические указания к лабораторным работам. Контрольные вопросы.	
	Лабораторная работа № 4: Проектирование зоны радиопокрытия.		4,0			Подготовка к выполнению лабораторной работы	Методические указания к лабораторным работам. Контрольные вопросы.	
	Самостоятельная работа по освоению 3 раздела:				7,0			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций (ИОПК)	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельн ая работа студентов (час)			
		Лекции	Лаборато рные работы	Практич еские занятия				
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа (КСР)			1,0				
	Итого по 3 разделу	4,0	5,0	1,0	7,0			
ПКС-1, ПКС-2	Раздел 4. Системы сотовой связи 4-го поколения (11=4+0+1+6 ч.)					Подготовка к лекциям	Задания для аудиторных самостоятельных решений	Конспекты лекций для дистанционного обучения
	Тема 4.1.Повышение скорости и объема передачи данных в системах4G (LTE)	2,0			3,0			
	Тема 4.2. Особенности сетей стандарта LTE в сравнении с Wi-max системами.	2,0			3,0	Подготовка к лекциям [Задания для аудиторных самостоятельных решений	Конспекты лекций для дистанционного обучения
	Самостоятельная работа по освоению 4 раздела:				6,0			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа (КСР)			1,0				
	Итого по 4 разделу	4,0		1,0	6,0			
	ПКС-1, ПКС-2	Раздел 5. Перспективы развития сотовой связи в сетях 5-го (5G) поколения (12=4+2+6,ч.)						
Тема 5.1. Способы повышения скорости		1,5			2,0	Подготовка к лекциям	Задания для аудиторных	Конспекты лекций для дистанционного

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций (ИОПК)	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельн ая работа студентов (час)			
		Лекции	Лаборато рные работы	Практич еские занятия				
	передачи данных в сетях 5G						самостоятельных решений	обучения
	Тема 5.2. Проблемы реализации систем 5G	2,0			3,0	Подготовка к лекциям	Задания для аудиторных и самостоятельных решений	Конспекты лекций для дистанционного обучения
	Тема 5.3. Сравнительное заключение эволюции систем наземной сотовой связи.	0,5			1,0	Подготовка к лекциям	Задания для аудиторных и самостоятельных решений	Конспекты лекций для дистанционного обучения
	Самостоятельная работа по освоению 5 раздела:				6.0			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа			2,0	-			
Итого по 5 разделу	4,0		2.0	6,0				
ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	22	11	6,0	33				
ИТОГО по дисциплине	22	11	6,0	33				

Практические занятия и курсовая работа учебным планом не предусмотрены.

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

Для осуществления текущего контроля знаний обучающихся сформулированы теоретические вопросы по темам лабораторных работ и примеры заданий для домашних и контрольных работ.

Также сформирован перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию в форме экзамена в 8 семестре.

Указанный комплект оценочных средств является неотъемлемой частью фонда оценочных средств и хранится на кафедре «Электроника и сети ЭВМ».

5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

- 1) Практические занятия, контрольные работы и курсовая работа Учебным планом по данной дисциплине не предусмотрены
- 2) Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен) приведен в п. 11.1.2.

5.2 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания при текущем контроле (контрольные недели) и оценка выполнения лабораторных работ приведено в таблице 5.

Таблица 5 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания при текущем контроле (контрольные недели) и оценка выполнения лабораторных работ

Шкала оценивания	Контрольная неделя	Зачет
40<R≤50	Отлично	зачет
30<R≤40	Хорошо	
20<R≤30	Удовлетворительно	
0<R≤20	Неудовлетворительно	незачет

При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по четырехбальной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Таблица 6 - Критерии оценивания результата обучения по дисциплине, и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от тах рейтинговой оценки контроля
ПКС-1	ИПКС-1.3 – Имеет знания о системах коммутации проводных и беспроводных телекоммуникационных системах и особенностях их эксплуатации	Не знает основные физические законы и характеристики распространения радиоволн, принципов построения систем сотовой наземной радиосвязи и их видов. Не имеет навыков проведения экспериментальных исследований и не владеет анализом происходящих процессов передачи радиосигналов.	Знает основные принципы построения систем радиосвязи, но затрудняется объяснить их основные параметры и методику их расчета систем сотовой связи. Умеет проводить эксперименты по лабораторным работам, но слабо понимает суть исследуемых процессов.	Знает принципы построения систем и сетей радиосвязи и различнх видов сотовой связи с объяснением их основных параметров и методики их расчета. Способен аргументированно объяснять теоретические и экспериментальные закономерности по результатам лабораторных работ.	Имеет полное представление по дисциплине «Системы сотовой связи» с правильными ответами на вопросы по экзаменационным билетам и заданиям преподавателя. Умеет уверенно и правильно выбрать методику и проводить теоретические и экспериментальные испытания. Уверенно пользуется моделированием и измерениями. Грамотно оформляет результаты с соблюдением нормативных документов.
	ИПКС-1.5 - Имеет знания о сетях радиодоступа и особенностях эксплуатации систем сотовой связи				

ПКС-2	ИПКС-2.3 - Имеет знания о существующих и альтернативных проводных и беспроводных (включая системы сотовой связи) сетях и средствах связи	Не знает сферы применения сотовых систем связи и иных видов радиосвязи и их интеграцию с системами проводной связи	Знает основные принципы построения систем радиосвязи, но затрудняется объяснять их основные параметры и методики расчета параметров систем сотовой связи.	Знает принципы построения систем и сетей радиосвязи и различных видов сотовой связи с объяснением их основных параметров и методики их расчета. Способен аргументированно объяснять теоретические и экспериментальные параметры свойств распространения радиоволн для систем сотовой связи.	Имеет полное представление по дисциплине «Системы сотовой связи» с правильными ответами на вопросы по экзаменационным билетам и заданиям преподавателя. Уверенно разбирается в Умеет уверенно и правильно выбрать методику и проводить теоретические и экспериментальные испытаний. Уверенно пользуется моделированием и измерениями. Грамотно оформляет результаты с соблюдением нормативных документов.
-------	--	--	---	---	--

Таблица 7 – Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания выполнил в неполном объеме, практические навыки недостаточно сформированы.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль).

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библиотеке
6.1.1.	В.И. Есипенко, Е.П. Тимофеев, Ю.М. Туляков	Влияние особенностей распространения радиоволн на надежность связи. Сигналы и их спектральный анализ	НГТУ им.Р.Е.Алексеева. - Н.Новгород : [Изд-во НГТУ], 2018	Учебное пособие	1
6.1.2.	В.Ю. Бабков,	Сотовые	2-е изд. - СПб.: БХВ-Петербург, 2013	Учебное	3

	И.А. Цикин.	системы мобильной радиосвязи		пособие	
6.1.3.	Ханцо, Д. Блох, С.	Системы радиодоступа 3G, HSPA и FDD в сравнении с технологией TDD	М. : Техносфера, 2012	Учебное пособие Пер.с англ.	1
6.1.4.	Данилович О. С.	Моделирование и оптимизация радиорелейных линий и сетей связи	Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, 2013 г.	Режим доступа: для авториз. пользователей .	ЭБС «Лань»
6.1.5.	Берлин А.Н.	Сотовые системы связи	Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ" 2016 г.	Режим доступа: для авториз. пользователей .	ЭБС «Лань»
6.1.6.	Пуговкин А. В., Покаместов Д. А., Крюков Я. В.	Основы построения инфокоммуникационных сетей и систем	Издательство "Лань" 2021 г.	Режим доступа: для авториз. пользователей .	ЭБС «Лань»

6.2. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Методические указания и рекомендации по проведению конкретных видов учебных занятий по дисциплине «Системы сотовой связи» находятся на кафедре «Электроника и сети ЭВМ».

6.2.1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы по дисциплине «Системы сотовой связи».

6.2.2. Методические указания к проведению лабораторных работ по курсу «Системы сотовой связи».

6.2.3. Электронный вариант конспекта лекций по дисциплине «Системы сотовой связи».

6.2.4. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы по дисциплине «Системы сотовой связи».

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

7.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
2. Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.tolgas.ru/> - Загл. с экрана.
3. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.
4. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.
5. Polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://polpred.com/>. – Загл. с экрана.
6. Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.viniti.ru>. – Загл. с экрана.
7. Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.
8. Научно-техническая библиотека НГТУ <http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/bibl.html>. Электронные библиотечные системы. Электронный каталог книг <http://library.nntu.nnov.ru/>.
9. Электронный каталог периодических изданий <http://library.nntu.nnov.ru/>
10. Гости Нормы, правила, стандарты и законодательство России <http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/resyrs/norma.htm>.

7.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 8 – Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://biblio-online.ru/

В таблице 9 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Таблица 9 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts
2	Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем	https://cyberpedia.su/21x47c0.html

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

На сайте НГТУ размещены в формате PDF материалы, разработанные по курсу «Системы сотовой связи».

Таблица 10 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

Адаптированные образовательные программы (АОП) в образовательной организации не реализуются в связи с отсутствием в контингенте обучающихся лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ), желающих обучаться по АОП. Согласно Федеральному Закону об образовании 273-ФЗ от 29.12.2012 г. ст. 79, п.8 "Профессиональное обучение и профессиональное образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья осуществляются на основе образовательных программ, адаптированных при необходимости для обучения указанных обучающихся". АОП разрабатывается по каждой направленности при наличии заявлений от обучающихся, являющихся инвалидами или лицами с ОВЗ и изъявивших желание об обучении по данному типу образовательных программ.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Для контактной и самостоятельной работы обучающихся выделены помещения, оснащённые компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации:

- специализированная аудитория 5427 с проектором и доступом в Интернет для проведения лекций, семинаров и презентаций.

Лабораторные работы проводятся в 5 корпусе НГТУ в оснащённых необходимым оборудованием лабораториях:

- Ауд. 5409 – для проведения лабораторных работ. Ауд. оснащены необходимым оборудованием и программным обеспечением, проектор с экраном;
- Возможен вариант проведения лабораторных работ на предприятиях ПАО «Ростелеком» и Нижегородского филиала ПАО «МТС».

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная.

При преподавании дисциплины «Системы сотовой связи». используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Для студентов создан опорный электронный вариант лекционного материала курса. Электронный конспект находится на кафедре «ЭСВМ», также размещен на сайте НГТУ и может быть получен студентом в случае пропусков занятий по уважительным причинам или вынужденного перевода занятий в дистанционную форму.

На лекциях, практических и лабораторных занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам приобретать навыки выполнения работ в коллективе, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на лабораторных занятиях, практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч студентами, так и современных информационных технологий: чат, электронная почта, Discord, Skype, Zoom.

Иницируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенций применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена (7 семестр) с учетом текущей успеваемости.

Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал;

свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий

Результат обучения считается несформированным, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

10.2. Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4) . Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

Учебно-методические пособия для выполнения лабораторных работ выдаются студенту в электронном виде на весь курс «Сети и системы радиосвязи» В ней приведены названия лабораторных работ, варианты исследуемых схем, задания для выполнения теоретических и экспериментальных исследований по каждой лабораторной работе. Дополнительно при выполнении лабораторных работ может использоваться программный комплекс Micro-Cap и моделирующие программы RadioMobile для анализа различных процессов в системах радиосвязи и в том числе сотовой связи посредством виртуального моделирования. К каждой лабораторной работе приведен перечень контрольных вопросов, выносимых на защиту отчета.

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом и подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой

дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в пункте 9). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС) (указаны таблицах 8 и 9), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

Развернутые методические указания по всем видам работы студента находятся на кафедре «Электроника и сети ЭВМ».

11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая:

- теоретический опрос и защита отчетов по лабораторным работам;
- экзамен.

11.1.1. Типовые вопросы для лабораторных работ

Контрольные вопросы для лабораторных работ приведены в учебно-методических пособиях по проведению лабораторных работ. Эти вопросы выбираются из контрольных вопросов, приводимых ниже (см. п. 11.1.2).

11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации по дисциплине «Системы сотовой связи» в форме экзамена (по окончанию 8 семестра)

1. Как выглядит архитектура системы сотовой связи стандарта GSM? Какие основные составляющие в нее входят?
2. Какие способы увеличения количества обслуживаемых пользователей используют в системах сотовой связи стандарта GSM?
3. Какова структура радиointерфейса в системах сотовой связи стандарта GSM? Какие виды кадров применяются?
4. Что такое физические и логические каналы?
5. Как организован поиск местоположения пользователя при поступлении входящего вызова?
6. Для чего нужна синхронизация мобильных станций по частоте и по времени?
7. Каким образом в системах сотовой связи стандарта GSM организована борьба с негативными явлениями в эфире для каналов трафика?
8. Как можно представить модель процессов входящих и исходящих вызовов в виде диаграммы команд?
9. Для чего нужна регулировка мощности для всех станций мобильной связи?

10. Каковы назначения регистров HLR, VLR, AUC?
11. Что такое GPRS?
12. Как производится аутентификация в системах сотовой связи стандарта GSM?
13. В чем особенности сигналов с расширенным спектром? Какие способы получения таких сигналов?
14. В чем основные отличия систем сотовой связи GSM и CDMA?
15. Совместимы ли системы GSM и CDMA?
16. Как происходит модуляция и демодуляция в системах сотовой связи стандарта CDMA?
17. Как производится регулировка мощности терминалов в системах сотовой связи стандарта CDMA?
18. Каково назначение кодов Уолша на базовой станции и на мобильной станции?
19. Какие поколения прошло развитие сотовой связи и каковы их особенности?
20. Каковы основные свойства систем сотовой связи поколений 3G и 4G?
21. Каковы основные особенности у системы сотовой связи LTE?
22. Какова архитектура построения сети LTE?
23. В чем особенности и отличия систем коммутации каналов и коммутации пакетов?
24. Каким образом производится расчет параметров проектируемой соты?
25. Какие основные модели распространения сигнала применяются при проектировании сотовой связи?
26. В чем особенности и преимущества моделирования зоны радиопокрытия с помощью прикладных программ?

Основные темы, выносимые на экзамен по дисциплине «Системы сотовой связи»

1. Принцип работы речевого кодека и адаптивного фильтра в стандарте GSM.
2. Организация входящих/исходящих вызовов в стандарте GSM.
3. Архитектура сетей GSM. Емкость системы и способы ее увеличения.
4. Радиоинтерфейс системы GSM.
5. Архитектура системы LTE. Какие характеристики позволяют считать ее системой 4-го поколения?
6. Основные свойства системы LTE и отличия от систем GSM, CDMA.
7. Мобильный доступ в Интернет. Семейство протоколов WAP.
8. Режимы работы мобильной станции стандарта GSM. Процедуры аутентификации.
9. Организация процедуры Хэндовер стандарте GSM.
10. Организация приема сигнала в стандартах GSM и CDMA в условиях многолучевости.
11. Методы расширения спектра, применяемые в системах сотовой связи и преимущества сигналов с расширенным спектром.
12. Применение технологии OFDM в системах сотовой связи.
13. Регулирование мощности в системе CDMA.
14. Организация вызовов в стандарте CDMA.
15. Структура радиоканалов трафика и логических каналов в GSM.
16. Принципы модуляции PSK, GSM.
17. Предназначение и принципы работы кодера канала.
18. Применение сверточного кодирования, турбокодирования и блочного перемежения.
19. Пакетная передача любых типов данных и речи в системе LTE.

11.2. Типовые задания для текущего контроля в виде контрольной работы
Контрольная работа учебным планом не предусмотрена.

11.3. Типовые задания для курсовой работы

Курсовая работа учебным планом не предусмотрена.