

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

Образовательно-научный институт
Институт ядерной энергетики и технической физики
имени академика Ф. М. Митенкова (ИЯЭиТФ)

(Полное и сокращённое название института, реализующего данное направление)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

_____ Легчанов А.Е.

подпись

ФИО

“ 10 ” _____ июня _____ 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.Б.7 «Теория построения инфокоммуникационных сетей и систем»
(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки магистров

Направление подготовки: 11.04.02 "Инфокоммуникационные технологии и системы связи"
(код и направление подготовки, специальности)

Направленность: "Антенны и устройства СВЧ в инфокоммуникациях"
"Квантовые технологии в инфокоммуникациях"
(наименование профиля подготовки бакалавриата, программы магистратуры, специализации)

Форма обучения: _____ очная _____
(очная, очно-заочная, заочная)

Год начала подготовки 2022

Выпускающая кафедра _____ ФТОС _____
аббревиатура кафедры

Кафедра-разработчик _____ ЭСВМ _____
аббревиатура кафедры

Объём дисциплины _____ 144 / 4 _____
часов/з.е.

Промежуточная аттестация _____ 1 семестр – экзамен _____
экзамен, зачёт с оценкой, зачёт

Разработчик (и): _____ Горячева Т.И., к.т.н., доцент _____
(ФИО, учёная степень, учёное звание)

НИЖНИЙ НОВГОРОД

2022 год

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным Государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 11.04.02, утверждённым приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 22.09.2017 г. № 958, на основании учебного плана, принятого УМС НГТУ.

Протокол от 21.01.2022 № 9.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «Электроника и сети ЭВМ» (ЭСВМ).

Протокол от 12.05.2022 г. № 8.

Зав. кафедрой «Электроника и сети ЭВМ», д.т.н, профессор _____ Бабанов Н.Ю.
(подпись)

СОГЛАСОВАНО:

Зав. выпускающей кафедрой «Физика и техника оптической связи», д.т.н., профессор

«09» июня 2022 г. _____ /Раевский А.С. /
(подпись)

Программа рекомендована к утверждению УМС ИРИТ. Протокол от 10.06.2022 г. № 1.

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ. Регистрационный № 11.04.02 – к – 7.

Начальник МО _____ Булгакова Н.Р.

Заведующая отделом комплектования НТБ _____ Кабанина Н.И.

СОДЕРЖАНИЕ

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	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	6
4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам.....	6
4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам	7
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	13
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	16
6.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда	16
6.2. Справочно-библиографическая литература	17
6.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям	17
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	17
7.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины (модуля)	17
7.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем	18
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	18
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	19
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	20
10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии	20
10.2. Методические указания для занятий лекционного типа	21
10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах	21
10.4. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях	21
10.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающегося	21
11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ	22
11.1. Типовые вопросы для лабораторных работ	22
11.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена...	24
11.3. Типовые задания для текущего контроля	26
ЛИСТ АКТУАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ	27

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Целью (целями) освоения дисциплины является углублённое изучение теории построения, новых принципов и методов построения и исследования современных инфокоммуникационных систем и сетей (ИКСС) различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля): обеспечение возможности проектирования новых высокоэффективных ИКСС и модернизации существующих ИКСС, реализующих высокие системные характеристики, требуемые нормативными документами международного союза электросвязи (МСЭ).

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина (модуль) Б1.Б.7 «Теория построения инфокоммуникационных сетей и систем» входит в базовую часть учебного плана и реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО 3++.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин: «Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем связи», «Современные системы беспроводной связи», «Основы сетевых информационных технологий», «Выполнение и защита ВКР».

Рабочая программа дисциплины «Теория построения инфокоммуникационных сетей и систем» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учётом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся, по их личному заявлению.

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

3.1. Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на:

- формирование элементов профессиональных компетенций (ПК) в соответствии с ОПОП ВО 3++ по направлению подготовки (специальности):

ОПК-2. Способен реализовать новые принципы и методы исследования современных инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации.

Компетенция ОПК-2 формируется совместно несколькими дисциплинами, приведёнными в таблице 1.

Таблица 1- Формирование компетенций дисциплинами

<i>Наименование дисциплин, формирующих компетенции совместно</i>	<i>Семестры формирования компетенции</i>			
	1	2	3	4
ОПК-2				
Основы научных исследований		*		
Обеспечение информационной безопасности в информационных сетях	*			
Теория построения инфокоммуникационных сетей и систем	*			
Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем связи			*	

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 2

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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (дескрипторы)			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ОПК-2. Способен реализовать новые принципы и методы исследования современных инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации	ИОПК-2.1. Находит и критически анализирует информацию о новых принципах и методах современных инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации.	Знать: - основы построения инфокоммуникационных сетей и систем; - существующие технологии передачи, хранения и преобразования информации в инфокоммуникационных сетях и системах.	Уметь: - находить информацию о новых принципах и методах разработки инфокоммуникационных систем и сетей.	Владеть: - методами разработки и реализации проектов на основе действующих правовых норм.	Вопросы для подготовки к защите лабораторных работ. Защита курсовой работы.	Вопросы для экзамена.
	ИОПК-2.2. Применяет принципы и методы построения инфокоммуникационных систем и сетей различных типов и способы распределения информации в них.					
	ИОПК-2.3. Применяет действующие правовые нормы при разработке и реализации проектов новых ИКСС.					

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач. ед. - 144 часа, 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	
	Всего часов Очная	Семестр 1
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	144	144
1. Контактная работа:	59	59
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	51	51
- занятия лекционного типа (Л)	17	17
- занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практические занятия и др.)	17	17
- лабораторные работы (ЛР)	17	17
1.2. Внеаудиторная, в том числе:	8	8
- курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита) ¹		
- текущий контроль, консультации по дисциплине ²		
- контактная работа на промежуточной аттестации (КРА) (экз.)	8	8
2. Самостоятельная работа (СРС)	58	58
- реферат/эссе (подготовка) ³	-	-
- расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)	-	-
- контрольная работа	-	-
- курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)	18	18
- самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям)	40	40
3 Подготовка к экзамену (контроль)	27	27

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися, самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации (экзамена).

¹ При наличии в учебном плане. Для ППС: 3ч. на КП; 2ч. на К.Р., - на каждого студента

² Консультации 4 часа на группу (на дисциплину)

³ Реферат/эссе, РГР, контрольная работа указываются при наличии в учебном плане

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	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС ⁴	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ⁵	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ⁶ (при наличии)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ⁷ (при наличии)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
4 семестр									
ОПК-2. Способен реализовать новые принципы и методы исследования современных инфокомму- никационных систем и сетей									
	Раздел 1. Теоретические основы построения и развития инфокоммуникационных сетей и систем.								
	Тема 1.1. Математическая теория связи Кл. Шеннона. Сигналы с высокой спектральной и энергоэффективностью.	2	-	-	1	Изучение лекций	Рассылка по эл. почте лекций. Цифровой проектор		
	Лабораторная работа №1. Выбор оптимальной структуры OFDM по критерию максимальной спектральной эффективности.	-	2	-	1	Изучение лекций и мет. указаний к лаб. раб. № 2.	Рассылка по эл. почте метод. указ. к лаб. раб. № 2 и индив. заданий		
	Практические занятия №1. Расчёт параметров сигналов с расширением спектра прямой кодовой	-	-	2	1	Изучение лекций и мет. указаний к прак. зан. №. 1.	Рассылка по эл. почте метод. указ. к прак. зан. № 1 и индив. заданий		

⁴ указывается вид СРС с указанием порядкового номера учебника, учебного пособия, методических разработок, указанных в разделе 6 настоящей РПД, например, 1.2 стр. 56-72

⁵ Указываются образовательные технологии, используемые при реализации различных видов учебной работы: компьютерные симуляции, деловые и ролевые игры, разбор конкретных ситуаций, психологические и иные тренинги и т.п.

⁶ приводятся количество часов Практической подготовки (при наличии), которая производится на предприятиях, согласно договору НГТУ (берутся из ОП ВО, раздел _____)

⁷ при наличии, приводятся наименование разработанного Электронного курса в рамках раздела (разделов), прошедшего экспертизу (трудоемкость в часах)

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС ⁴	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ⁵	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ⁶ (при наличии)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ⁷ (при наличии)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации	последовательностью (DSSS) и программной перестройкой частоты (FHSS) в зависимости от требуемого отношения сигнал/шум на входе приёмника								
	Тема 1.2. Системный подход к построению глобальной ДКМВ сети HF DL на базе пяти контуров адаптации.	2	-	-	1	Изучение лекций	Цифровой проектор		
	Лабораторная работа №2. Синтез протоколов доступа к каналу TDMA+FDMA по критерию максимума обслуживаемых абонентов с заданными задержкой и интенсивностью трафика на базе модели марковской цепи «рождения и гибели»	-	2	-	1	Изучение лекций и мет. указаний к лаб. раб. №2.	Рассылка по эл. почте метод. указ. к лаб. раб. № 2 и индив. заданий		
	Практические занятия №2. Расчёт требуемого количества каналов для гарантии требуемой надёжности системы частотно-адаптивной связи. Расчёт надёжности связи при сдвоенной инсталляции оборудования спутниковой и ионосферной связи	-	-	2	1	Изучение лекций и мет. указаний к прак. зан. №. 2.	Рассылка по эл. почте метод. указ. к прак. зан. № 2 и индив. заданий		
	Тема 1.3. Совместная оптимизация физического и канального уровней видеосети для реализации сетевого ме- неджмента на базе политик (PBNM).	2	-	-	1	Изучение лекций	Цифровой проектор		
	Лабораторная работа №3. Совместный синтез протоколов фи- зического и канального уровней для реализации сетевого менеджмента на базе политик (PBNM).	-	2	-	1	Изучение лекций и мет. указаний к лаб. раб. №3.	Рассылка по эл. почте метод. указ. к лаб. раб. № 3 и индив. заданий		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС ⁴	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ⁵	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ⁶ (при наличии)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ⁷ (при наличии)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Практические занятия №3. Рассмотрение вариантов возможных алгоритмов сетевого менеджмента на базе политик (PBNM).	-	-	2	1	Изучение лекций и мет. указаний к прак. зан. № 3.	Рассылка по эл. почте метод. указ. к прак. зан. № 3 и индив. заданий		
	Тема 1.4. Индексная модуляция – резерв повышения пропускной способности, спектральной и энергетической эффективности ИКСС	2	-	-	1	Изучение лекций	Цифровой проектор		
	Лабораторная работа №4. Исследование вариантов использования индексной модуляции и выбор оптимального варианта для конкретной системы и состояния канала	-	2	-	1	Изучение лекций и мет. указаний к лаб. раб. №4.	Рассылка по эл. почте метод. указ. к лаб. раб. № 4 и индив. заданий		
	Практические занятия №4. Исследование эффективности алгоритмов передачи данных с помощью индексной модуляции.	-	-	2	1	Изучение лекций и мет. указаний к прак. зан. №. 4.	Рассылка по эл. почте метод. указ. к прак. зан. № 4 и индив. заданий		
	Итого по разделу 1 - 36	8	8	8	12				
	Раздел 2. Изучение нормативного обеспечения мультимедийных приложений ИКСС								
	Тема 2.1. Рекомендация МСЭ Rec. М.2083 – Концепция и долгосрочные цели будущего развития IMT на 2020 г. и последующий период. Структуры сигналов стандартов 3G, 4G, 5G.	2		-	1	Изучение лекций	Цифровой проектор		
	Лабораторная работа №5. Расчёт системных характеристик для структур сигналов и протоколов доступа	-	2	-	1	Изучение лекций и мет. указаний к лаб. раб. №5.	Рассылка по эл. почте метод. указ. к лаб. раб. № 5 и		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС ⁴	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ⁵	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ⁶ (при наличии)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ⁷ (при наличии)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	3G						индив. заданий		
	Практические занятия №5. Исследование системных характеристик для сигналов и протоколов доступа 3G	-	-	2	1	Изучение лекций и мет. указаний к прак. зан. №. 5.	Рассылка по эл. почте метод. указ. к прак. зан. № 5 и индив. заданий		
	Лабораторная работа №6. Расчёты телекоммуникационных ресурсов сигналов и протоколов доступа 4G (IEEE 802.16m) (WiMAX)	-	2	-	1	Изучение лекций и мет. указаний к лаб. раб. №6.	Рассылка по эл. почте метод. указ. к лаб. раб. № 6 и индив. заданий		
	Практические занятия №6. Исследование системных характеристик для сигналов и протоколов доступа 4G	-	-	2	1	Изучение лекций и мет. указаний к прак. зан. №. 6.	Рассылка по эл. почте метод. указ. к прак. зан. № 6 и индив. заданий		
	Лабораторная работа №7. Расчёты телекоммуникационных ресурсов систем связи стандарта 4G-LTE–Advanced	-	2	-	1	Изучение лекций и мет. указаний к лаб. раб. №7.	Рассылка по эл. почте метод. указ. к лаб. раб. № 7 и индив. заданий		
	Практические занятия №7. Исследование системных характеристик для сигналов и протоколов доступа стандарта 4G-LTE–Advanced	-		2	1	Изучение лекций и мет. указаний к прак. зан. №. 7.	Рассылка по эл. почте метод. указ. к прак. зан. № 7 и индив. заданий		
	Лабораторная работа №8. Расчёты телекоммуникационных ресурсов систем связи 5G	-	3	-	1	Изучение лекций и мет. указаний к лаб. раб. №8.	Рассылка по эл. почте метод. указ. к лаб. раб. № 8 и индив. заданий		
	Практические занятия №8. Исследование системных характеристик для сигналов и протоколов доступа стандарта 5G	-	-	3	1	Изучение лекций и мет. указаний к прак. зан. №. 8.	Рассылка по эл. почте метод. указ. к прак. зан. № 8 и индив. заданий		
	Тема 2.2. Базовые элементы опорной	1	-	-	1	Изучение лекций	Цифровой проектор		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС ⁴	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ⁵	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ⁶ (при наличии)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ⁷ (при наличии)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	сети архитектуры IMS								
	Тема 2.3. Протокол SIP, протоколы MGCP, H.248/MEGACO, преобразование из OKC-7 в Ethernet/IP - SIGTRAN	1	-	-	1	Изучение лекций	Цифровой проектор		
	Итого по разделу 2 - 33	4	9	9	11				
	Раздел 3. Открытая сервисная архитектура (OSA) и открытый программный интерфейс приложений (API) и ОС следующего поколения сетей								
	Тема 3.1. Открытая сервисная архитектура (OSA)	1	-	-	2	Изучение лекций	Цифровой проектор		
	Тема 3.2. API - открытый программный интерфейс приложений	1	-	-	2	Изучение лекций	Цифровой проектор		
	Тема 3.3. Задача управления коммутацией на базе программных коммутаторов семейства протоколов SIP-T.	1	-	-	2	Изучение лекций	Цифровой проектор		
	Итого по разделу 3 - 9	3	-	-	6				
Раздел 4. Исследование виртуальных сетей MPLS									
	Тема 4.1. Многопротокольные системы с коммутацией меток (MPLS).	1	-	-	2	Изучение лекций	Цифровой проектор		
	Итого по разделу 4 - 3	1			2				
Раздел 5. Исследование тенденций развития оптических синхронных цифровых иерархий (SDH)									
	Тема 5.1. Тенденция развития технологий оптических синхронных цифровых иерархий (SDH)	0,5	-	-	4	Изучение лекций	Цифровой проектор		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС ⁴	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ⁵	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ⁶ (при наличии)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ⁷ (при наличии)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Тема 5.2. Стандарты и подходы к техни- ческой реализации концепции «Интернета вещей» и смежных технологий RFID, WSN, M2M.	0,5	-	-	4	Изучение лекций	Цифровой проектор		
	Итого по разделу 5 9	1	-	-	8				
	Курсовая работа 18	-	-	-	18				
	Экзамен 8								
	Контроль 27								
		17	17	17	58				
	ИТОГО по дисциплине	144 часа							

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

Текущий контроль осуществляется по всем видам учебного процесса: выполнение практических заданий, лабораторных работ, курсовых работ и задач на усвоение материала в ходе или в конце лекций.

Но- мер раз- дела	Наименование раздела дисциплины	Форми- руемые компе- тенции	Лекционные занятия		Практические занятия		Лабораторные работы и курсовая работа		Самостоятельная работа	
			Процедура оценивания	Наимено- вание оценочных средств	Процедура оценивания	Наименование оценочных средств	Процедура оценивания	Наимено- вание оценочных средств	Процедура оценивания	Наимено- вание оценочных средств
1	Теоретические основы построения и развития инфокоммуникационных сетей и систем	ОПК-2	Умение вести конспект лекций	Контрольные вопросы в конце лекций	Участие в групповых обсуждениях, выполнение индивидуальных заданий и тестирование	Перечень вопросов для обсуждения и компьютерного моделирования	Обсуждение результатов выполнения лабораторных и курсовых работ	Вопросы к лаб. работе, Курсовой работе.	Выполнение лабораторных, практических, курсовых работ. Экзамен	Задания для расчётов. Вопросы к лабораторным, курсовым работам, экзамену
2	Изучение нормативного обеспечения мультимедийных приложений ИКСС	ОПК-2	Умение вести конспект лекций	Контрольные вопросы в конце лекций	Участие в групповых обсуждениях, выполнение индивидуальных заданий и тестирование	Перечень вопросов для обсуждения и компьютерного моделирования	Обсуждение результатов выполнения лабораторных и курсовых работ	Вопросы к лаб. работе, Курсовой работе.	Выполнение лабораторных, практических, курсовых работ. Экзамен	Задания для расчётов. Вопросы к лабораторным, курсовым работам, экзамену
3	Открытая сервисная архитектура (OSA) и открытый программный интерфейс приложений (API) и ОС следующего поколения	ОПК-2	Умение вести конспект лекций	Контрольные вопросы в конце лекций	-	-	Обсуждение результатов выполнения курсовых работ	Вопросы к курсовой работе-	экзамен	Вопросы к экзамену.
4	Исследование виртуальных сетей MPLS	ОПК-2	Умение вести конспект лекций	Контрольные вопросы в конце лекций	-	-	Обсуждение результатов выполнения курсовых работ	Вопросы к курсовой работе	экзамен	Вопросы к экзамену.
5	Исследование тенденций развития оптических синхронных цифровых иерархий (SDH)	ОПК-2	Умение вести конспект лекций	Контрольные вопросы в конце лекций	-	-	Обсуждение результатов выполнения курсовых работ	Вопросы к курсовой работе	экзамен	Вопросы к экзамену.

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

- 1) Тесты для текущего контроля и промежуточной аттестации знаний обучающихся.
- 2) Вопросы для подготовки к выполнению лабораторных работ и практических работ (текущий контроль).
- 3) Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен).

5.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине может применяться **балльно-рейтинговая/традиционная** система контроля и оценки успеваемости студентов.

В основу балльно-рейтинговой системы положены принципы, в соответствии с которыми формирование рейтинга студента осуществляется в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации знаний.

Таблица 5 – шкала оценивания

Шкала оценивания	Экзамен
85-100	Отлично
70-84	Хорошо
60-69	Удовлетворительно
0-59	Неудовлетворительно

При использовании традиционной системы контроля и оценки успеваемости студентов должны быть представлены критерии выставления оценок по пятибалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

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 не выполнил, практические навыки не сформированы.

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» 0-59% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / 60-74% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / 75-89% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / 90-100% от тах рейтинговой оценки контроля
ОПК-2. Способен реализовать новые принципы и методы исследования современных инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации	ИОПК-2.1. Находит и критически анализирует информацию о новых принципах и методах современных инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации.	• Не умеет находить и критически анализировать информацию о новых принципах и методах современных инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации.	• Имеет начальные знания о новых принципах и методах современных инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации.	• Имеет осознанные знания о новых принципах и методах современных инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации.	• Способен находить и критически анализировать информацию о новых принципах и методах современных инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации.
	ИОПК-2.2. Применяет принципы и методы построения инфокоммуникационных систем и сетей различных типов и способы распределения информации в них.	• Не может применять принципы и методы построения инфокоммуникационных систем и сетей различных типов и способы распределения информации в них.	• Имеет начальные знания о принципах и методах построения инфокоммуникационных систем и сетей различных типов и способах распределения информации в них.	• Имеет осознанные знания о принципах и методах построения инфокоммуникационных систем и сетей различных типов и способах распределения информации в них.	• Способен применять принципы и методы построения инфокоммуникационных систем и сетей различных типов и способов распределения информации в них.
	ИОПК-2.3. Применяет действующие правовые нормы при разработке и реализации проектов новых ИКСС	• Не может применять действующие правовые нормы при разработке и реализации проектов новых ИКСС	• Имеет начальные знания о применении действующих правовых норм при разработке и реализации проектов новых ИКСС	• Имеет осознанные знания о применении действующих правовых норм при разработке и реализации проектов новых ИКСС	• Способен применять действующие правовые нормы при разработке и реализации проектов новых ИКСС

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

Список изданий по тематике дисциплины «Теория построения инфокоммуникационных сетей и систем» определяется учебно-методическим обеспечением дисциплины, организуемым библиотечным фондом НГТУ.

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

Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература	
1. Комяков А.В., Милов В.Р., Горячева Т.И. Характеристики радиолиний в системах авиационной электросвязи: учеб. пособие / А.В. Комяков, В.Р. Милов, Т.И. Горячева; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2018. – 220 с.	50
2. Ермолаев В.Т. Современные методы обработки сигналов в беспроводных системах связи: Учебное пособие / В.Т. Ермолаев, Е.А. Маврычев, А.Г. Флакман; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Н. Новгород: 2011. - 140 с.	13
3. Бурков, А.А. Использование аппарата марковских цепей для анализа инфокоммуникационных сетей: учеб. пособие / А.А. Бурков, А.М. Тюрликов. – Санкт-Петербург: ГУАП, 2022. – 131 с.	ЭБС «Лань» https://e.lanbook.com/book/340928
2. Справочно-библиографическая литература	
1. Вэнь Тонг, Пейин Чжу (редакторы) Сети 6G. Путь от 5G к 6G глазами разработчиков. От подключенных людей и вещей к подключенному интеллекту. / пер. с англ. В. С. Яценкова. – М.: ДМК Пресс, 2022. – 624 с.	Эл. библиотечка ЭСВМ
2. Гольдштейн, А. Б. Транспортные сети IP/MPLS. Технология и протоколы : учебное пособие / А. Б. Гольдштейн, А. В. Никитин, А. А. Шкрыль ; СПбГУТ. – СПб., 2016. – 80 с.	Эл. библиотечка ЭСВМ
3. Горячева Т.И., Милов В.Р. Теория информации в системах связи: : учеб. пособие /Т.И. Горячева, В.Р. Милов; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2014. – 247 с.	Эл. библиотечка ЭСВМ
4. Д.А. Молчанов, В.О. Бегишев, Э.С. Сопин, А.К. Самуйлов, Ю.В. Гайдамака. Построение моделей и анализ производительности беспроводных сетей радио доступа 5G «Новое Радио» : учебное пособие / Д. А. Молчанов, В.О. Бегишев, Э.С. Сопин, А.К. Самуйлов, Ю.В. Гайдамака. – Москва : РУДН, 2021. – 95 с.	Эл. библиотечка ЭСВМ
5. Recommendation ITU-R M.2012-3 (01/2018). Detailed specifications of the terrestrial radio interfaces of International Mobile Telecommunications-Advanced (IMT-Advanced). Electronic Publication. Geneva, 2018. 210 p. http://www.itu.int/publ/R-REC/en	Эл. библиотечка ЭСВМ

6.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Методические указания и рекомендации по проведению конкретных видов учебных занятий по дисциплине «Теория построения инфокоммуникационных сетей и систем» находятся на кафедре «ЭСВМ».

6.3.1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы по дисциплине «Теория построения инфокоммуникационных сетей и систем».

6.3.2. Методические рекомендации по организации и планированию практических занятий по дисциплине «Теория построения инфокоммуникационных сетей и систем».

6.3.3. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы по дисциплине «Теория построения инфокоммуникационных сетей и систем».

СПИСОК МЕТОДИЧЕСКИХ УКАЗАНИЙ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ И КОНСПЕКТОВ ЛЕКЦИЙ

1. Оптимизация структур сигналов OFDM по критерию максимума спектральной эффективности: метод. указания к лаб. работе № 1	Эл. библи. ЭСВМ
2. Синтез протоколов комбинированного множественного доступа TDMA+FDMA на базе Марковской цепи «рождения и гибели» по критерию максимума обслуживаемых абонентов на одном частотном канале с заданной гарантированной задержкой: метод. указания к лаб. работе № 2	Эл. библи. ЭСВМ
3. Совместная оптимизация протоколов физического и канального уровней для видео сети с заданными сетевым сценарием и моделью трафика по критерию минимума требуемой полосы для работы сети: метод. указания к лаб. работе № 3	Эл. библи. ЭСВМ
4. Исследование вариантов использования индексной модуляции и выбор оптимального варианта по заданному критерию: метод. указания к лаб. работе № 4.	Эл. библи. ЭСВМ
5. Расчёт системных характеристик для структур сигналов и протоколов доступа третьего поколения мобильной связи. метод. указания к лаб. работе № 5	Эл. библи. ЭСВМ
6. Расчёты телекоммуникационных ресурсов сигналов стандарта 4G (IEEE 802.16m) (WiMAX): метод. указания к лаб. работе № 6	Эл. библи. ЭСВМ
7. Расчёты телекоммуникационных ресурсов систем связи стандарта 4G-LTE – Advanced: метод. указания к лаб. работе № 7	Эл. библи. ЭСВМ
8. Расчёты телекоммуникационных ресурсов систем связи 5G: метод. указания к лаб. работе № 8	Эл. библи. ЭСВМ
9. Конспект лекций по дисциплине «Теория построения инфокоммуникационных сетей и систем».	Эл. библи. ЭСВМ

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определён 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 IPR Books [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://iprbookshop.ru - Загл. с экрана. |
| 3. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://openedu.ru/ . - Загл с экрана. |

4. 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.
5. Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.

Таблица 7 - Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС
1	2	3
1	Национальный открытый институт ИНТУИТ	http://www.intuit.ru/studies/courses/
2	Электронно-библиотечная система IPR Books	http://iprbookshop.ru
3	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
4	Лань	https://e.lanbook.com/
5	Юрайт	https://urait.ru/
6	Консультант Плюс [Электронный ресурс]: Справочная правовая система. -	http://www.consultant.ru/
7	База данных международного союза электросвязи (ITU-R), радио сектор	http://www.itu.int/publ/R-REC/en .

7.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 8 - Перечень программного обеспечения (на 10.11.21)

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
1	2
Microsoft Windows XP/7/8.1/10 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18)	Calculate Linux (свободное ПО)
Microsoft Visual Studio 2008/2010/2013/2015/2017 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18)	Open Office 4.1.1 (лицензия Apache License 2.0)
Microsoft Office Профессиональный плюс 2010 (лицензия № 49487732)	Adobe Reader 11 (проприетарное ПО)
Microsoft Office Standard 2007 (лицензия № 43847744)	Libre office 5.2.4.2 (свободное ПО, лицензия Mozilla Public License)
Microsoft Office Access 2013/2016 (подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	Visual Prolog (проприетарное ПО)
Microsoft Office Visio 2013/2016 (подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	MicroCAP (бесплатная студенческая версия)
Microsoft Project 2010 (подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	PascalABC.NET (свободное ПО, лицензия LGPL)
Mathcad 15 (лицензия PKG-7543-FN, MNT-PKG-7543-FN-T2, договор № 28-13/13-057 от 26.02.13)	FreePascal IDE(свободное ПО, лицензия GNU GPL 2)
Autodesk AutoCAD 2019 (с/н 571-21012977, до 08.07.22)	Python 2.7 (свободное ПО, лицензия Python Software Foundation License)
Autodesk Inventor 2019 (с/н 570-41739728, до 08.07.22)	Code::Blocks (свободное ПО лицензия GNU GPLv3)
MatLAB R2008a (лицензия № 527840)	Eclipse (открытое ПО, лицензия Eclipse Public License)
P7 Офис (с/н 5260001439)	Python 3.6 (свободное ПО, лицензия Python Software Foundation License)
Компас 3D-V16 (лицензионное соглашение № K-080298)	Wing IDE (проприетарное ПО)
Dr.Web с/н S684-LRQ5-U7NH-BE97 от 11.05.22	IntelliJ IDEA (свободное ПО, лицензия Apache)
Solid Works (с/н 9710004412135426), договор №32110779827 от 08.11.21	Blender (свободное ПО, лицензия GNU GPL 2 и GNU GPL 3)
	Mendeley (проприетарное ПО)
	Deductor Studio Academic (бесплатная студенческая версия)

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 8 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, размещённая в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/>

Таблица 8 - 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	2	3
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

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения, распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, состав которых определён в данном разделе.

Таблица 10 - Оснащённость аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы	Оснащённость аудиторий помещений и помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	1	2	3
1	Мультимедийная аудитория ЭСВМ № 5427 учебно-лабораторного корпуса № 5.	1. Персональный компьютер на базе процессора Intel E7200, 2ГБ ОЗУ, 250 Гб HDD с подключением к интернету - 1 шт. 2. Проектор NEC V260XG - 1 шт.	1. MathCAD 14 (PKG-TL7517-FN, MMT-TL7517PN-T2) 2. Dr.Web (с/н S684-LRQ5-U7NH-BE97 от 11.05.22) 3. Microsoft Windows XP(x32) операционная система, подписка DreamSpark Premium,

		3. Экран - 1 шт. 4. Доска аудиторная – 1 шт. 5. Рабочее место студен- та - 30.	договор № Tr113003 от 25.09.14 . 4. Распространяемое по свободной лицензии: - Open Office 2.3 (лицензия Apache License 2.0) - Adobe Reader 7.0 (проприетарное ПО) - Microsoft SQL Server Management Studio Express 2005 (freeware, http://www.microsoft.com) - Radio Mobile (freeware, http://www.cplus.org/rmw/) - Microsoft SQL Server 2005 Express (freeware, http://www.microsoft.com)
2	Научно-исследовательская лаборатория цифровой коммутации и обработки сигналов ЭСВМ № 5405 учебно-лабораторного корпуса № 5	1. Доска аудиторная - 1 шт. 2. Персональный компьютер на базе процессора Intel E7200, 2ГБ ОЗУ, 250 Гб HDD – 8 шт. 3. Проектор NEC V260XG - 1 шт. 4. Экран - 1 шт. 5. Цифровой коммутатор Harris 20-20 MAP - 2 шт. 6. Цифровой осциллограф TDS420A - 2 шт. 7. Генератор HP3312A - 2шт 8. Спектроанализатор HP3582 -1 шт. 9. Комплект оборудования для IP-телефонии - 2 шт. 10. Рабочее место студента - 8.	1. MathCAD 14 (PKG-TL7517-FN, MMT-TL7517PN-T2) 2. Dr.Web (с/н S684-LRQ5-U7NH-BE97 от 11.05.22) 3. Electronics Workbench 5.12 лицензия EHW-01-10837 4. Microsoft Windows XP(x32) операционная система, подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14 Распространяемое по свободной лицензии: 1. Open Office 2.3 (лицензия Apache License 2.0) 2. PSPICE 9.1 student (freeware, http://www.cadencepcb.com) 3. Adobe Reader 7.0 (проприетарное ПО) 4. Microsoft SQL Server Management Studio Express 2005 (freeware, http://www.microsoft.com) 5. Radio Mobile (freeware, http://www.cplus.org/rmw/) 6. Microsoft SQL Server 2005 Express (freeware, http://www.microsoft.com)
3	Лаборатория основ теории цепей ЭСВМ № 5408 учебно-лабораторного корпуса № 5	1. Доска аудиторная - 1 шт. 2. Персональный компьютер на базе процессора Intel E7200, 2ГБ ОЗУ, 250 Гб HDD – 8 шт. 3. Проектор NEC V260XG - 1 шт. 4. Экран - 1 шт. 5. Цифровой осциллограф TDS420A - 2 шт. 6. Генератор HP3312A - 2шт 7. Рабочее место студента - 8.	1. MathCAD 14 (PKG-TL7517-FN, MMT-TL7517PN-T2) 2. Dr.Web (с/н S684-LRQ5-U7NH-BE97 от 11.05.22) 3. Electronics Workbench 5.12 лицензия EHW-01-10837 4. Microsoft Windows XP(x32) операционная система, подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14 . 5. Распространяемое по свободной лицензии: - Open Office 2.3 (лицензия Apache License 2.0) - PSPICE 9.1 student (freeware, http://www.cadencepcb.com) - Adobe Reader 7.0 (проприетарное ПО) - Microsoft SQL Server Management Studio Express 2005 (freeware, http://www.microsoft.com) - Radio Mobile (freeware, http://www.cplus.org/rmw/) - Microsoft SQL Server 2005 Express (freeware, http://www.microsoft.com)
4	Компьютерный класс ЭСВМ для проведения занятий лекционного, семинарского, лабораторного типа № 4307 учебно-лабораторного корпуса №4.	- Персональный компьютер на базе процессора Intel Core i3-8350K, 8 Гб ОЗУ, 400 Гб HDD – 6 шт.; - ПК на базе процессора Intel E6320, 4 Гб ОЗУ, 250 Гб HDD – 8 шт.; - Стационарный проектор NEC NP-M260WG – 1 шт.; - Проектор Lumien – 1 шт.; - Ноутбук HP m6-1303eg - 1 шт.; - Сетевой коммутатор	- Mathcad 15 (лицензия PKG – 7543 – FN, MNT – PKG – 7543 – FN – T2, договор № 28 – 13/13 – 057 от 26.02.13); - Комплекты учебно-методического обеспечения (по дисциплинам); - Microsoft Visual Studio 2008/2010/2013/2015/2017 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18); - Microsoft Office Профессиональный плюс 2010 (лицензия № 49487732);

	• D-Link 1016D – 1 шт.; • Доска меловая – 1 шт.; • Компьютерный стол - 14 шт.; • Аудиторный стол - 8 шт.; • Посадочных мест - 30.	• Microsoft Office Visio 2013/2016 (подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14); • Dr.Web c/н H365-W77K-B5HP-N346 от 31.05.2021.
--	---	--

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 может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работа в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции по дисциплине преподаватель может применять балльно-рейтинговую систему контроля и оценку успеваемости студентов.

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлена оценка по промежуточной аттестации в соответствии за набранными за семестр баллами. Студентам, набравшим в ходе текущего контроля успеваемости по дисциплине от 61 до 100 баллов и выполнившим все обязательные виды запланированных учебных занятий, по решению преподавателя без прохождения промежуточной аттестации выставляется оценка в соответствии со шкалой оценки результатов освоения дисциплины.

Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, чётко 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, чётко 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 трёх 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 основой для подготовки обучающихся к практическим и лабораторным занятиям и выполнению заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.3. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях

Практические (семинарские) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения семинаров и практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях.

Практические (семинарские) занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков составления докладов и сообщений, обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины;
- подведение итогов занятий по рейтинговой системе, согласно технологической карте дисциплины.

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 таблице 11). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

Для обучающихся по заочной форме обучения самостоятельная работа является основным видом учебной деятельности.

11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Учебный курс предполагает проведение 8-ми лабораторных работ, указанных в таблице 12.

11.1 Список вопросов для лабораторных работ

В табл. 12 представлен список вопросов для лабораторных работ по дисциплине.

Таблица 12. Список вопросов для лабораторных работ

Название лабораторной работы	Контрольные вопросы
1. Исследование спектральной эффективности структур сигналов OFDM и выбор оптимальной структуры по критерию минимума требуемой полосы частот для передачи пакета заданного объема за заданное время.	1. Дайте определения количественной меры информации по Кл. Шеннону, энтропии источника, условия максимума энтропии символа источника. 2. В чём состоит согласование информационных характеристик источника и канала с помехами и без помех? 3. Как определяется пропускная способность канала по Кл. Шеннону? 4. Выведите из формулы пропускной способности Шеннона зависимости между удельными затратами полосы и энергии на передачу 1 бита информации в секунду. 5. Поясните дуализм требований к спектральной и энерго эффективности, исходя из границ Шеннона удельных затрат энергии и полосы частот. 6. Поясните выбор структуры сигнала с высокой спектральной эффективностью (низкими удельными затратами полосы). 7. Поясните выбор структуры сигнала с высокой энерго эффективностью (низкими удельными затратами энергии). 4. Как зависит энтропия символа H_s сигнала от кратности модуляции M? Каким образом выбирается значение M? 5. Поясните причину выбора для поколения 4G сигналов OFDM+M-QAM, опишите достоинства и недостатки этих сигналов. 6. Приведите структуру сигналов OFDM+M-QAM поколения 4G-LTE и поясните, какое максимальное количество бит можно передать этим сигналом за время одного слота 0,5 мс. 7. Предложите, каким образом можно увеличить количество бит, передаваемых в одном слоте сигнала OFDM+M-QAM поколения 4G-LTE.
2. Синтез протоколов комбинированного множественного доступа TDMA+FDMA по критерию максимума обслуживаемых абонентов на одном канале с заданной гарантированной задержкой на базе Марковской цепи «рождения и гибели».	1. Дайте определение Марковского процесса, Марковской цепи. Поясните концепцию моделирования Марковской цепью очереди к каналу, образуемой коллизиями случайного доступа при использовании комбинированного протокола TDMA со случайным и фиксированным доступом. 2. Как определяется вектор вероятностей состояния марковской цепи очереди к каналу на k-том шаге? 3. Чему равен вектор начальных вероятностей состояний марковской цепи? 4. Как можно вычислить вектор финальных вероятностей состояний марковской цепи? 5. Поясните, какие события должны произойти, чтобы длина очереди к каналу увеличилась на 1 за время одного временного слота. 6. Поясните, какие события должны произойти за время одного слота, чтобы длина очереди не изменилась за время 1-го слота. 7. Поясните, чему равна вероятность события уменьшения длины очереди на 1 за время одного слота. Какие события в сети должны произойти для этого? 8. Нарисуйте матрицу вероятностей перехода состояний очереди к каналу в сети из 10 корреспондентов, использующих один канал связи. 9. Как определить число шагов, при котором переходные процессы в сети заканчиваются, и система переходит в установившееся состояние? 10. Как осуществляется проверка на стохастичность матрицы вероятностей переходов? 11. Чему равна вероятность $P_{n,m}$ перехода марковской цепи из состояния n в начале слота в состояние m в конце слота? При $m = n$; $m = n-1$; $m = n+1$; $m = n-2$; $m = n+2$. Этот вопрос обобщает все предыдущие вопросы. 12. Как определяется вероятность p_0 появления пакета сообщения от свободного (не занятого) корреспондента в слоте случайного доступа? 13. Каким образом необходимо задать настойчивость p_1 повторной передачи пакета после обнаружения коллизии? 14. Как определяется средняя задержка в передаче сообщения, обусловленная коллизиями случайного доступа? 15. Как определяется пропускная способность системы в режиме случайного доступа? 16. Поясните выражение для вычисления средней пропускной способности сети.

	17. Среднее количество пакетов, передаваемых в системе за время одного такта. Максимальная пропускная способность сети HFDL. 18. Как оценивается средняя задержка и пропускная способность в комбинированном режиме доступа к каналу со случайным и фиксированным доступом. 19. Для заданной интенсивности потока сообщений от абонентской МС, для заданной допустимой задержки передачи пакета, заданного количества слотов случайного и фиксированного доступа в кадре, заданной длительности кадра рассчитать максимальное количество абонентов, обслуживаемых на одном канале с допустимой задержкой передачи пакета. Вычислить требуемое количество частот для обслуживания общего (заданного) количества абонентов в сети. Зная сколько каналов обслуживает одна базовая станция, определить, сколько требуется базовых станций в сети для обслуживания заданного общего количества абонентов с заданными системными характеристиками - задержкой передачи пакета при заданной интенсивности потока сообщений от каждого абонента.
3. Совместный синтез оптимального протокола доступа TDMA и структуры сигналов OFDM для видео сети с заданными сетевым сценарием и моделью трафика по критерию минимума требуемой полосы.	1. Синтезировать оптимальный протокол доступа к сети с временным разделением TDMA, учитывающий времена настройки антенн (DTDMA – Directed TDMA) для заданной модели трафика – объёма видео пакета, количества передач пакетов в секунду для одного видео потока, количества потоков, передаваемых от одного узла сети (беспилотного летательного аппарата (БПЛА), для заданного сетевого сценария (количества узлов в сети), по критерию минимальной задержки пакета и минимального джиттера. 2. Для синтезированного протокола доступа синтезировать оптимальную структуру сигнала OFDM по критерию минимума требуемой полосы.
4. Исследование различных вариантов использования индексной модуляции и выбор оптимального варианта по заданному критерию.	1. Опишите возможности повышения пропускной способности канала за счёт использования индексной модуляции поднесущих мультиплекса OFDM+M-QAM. 2. Опишите возможности повышения пропускной способности канала за счёт использования индексной модуляции многих антенн. 3. Опишите возможности повышения пропускной способности канала за счёт использования индексной модуляции радиочастотных зеркал. 4. Опишите возможности повышения пропускной способности канала за счёт использования индексной модуляции частотно-временной или / и пространственно-временной матриц. 5. Опишите возможности повышения пропускной способности канала за счёт использования индексной модуляции сдвига времени-пространства-частоты-кода. 6. Опишите возможности повышения пропускной способности канала за счёт использования индексной модуляции символов однотонового сигнала в сочетании с индексной модуляцией кодов. 7. Опишите возможности повышения пропускной способности канала за счёт использования гибридной (многомерной) индексной модуляции всех имеющихся ресурсов системы связи (для заданного варианта).
5. Расчёт системных характеристик для структур сигналов и протоколов доступа 3G - WCDMA	1. Рассчитать системные характеристики для разных структур сигналов с и протоколов доступа 3G (ITU-R, Rec.M.1457) в соответствии в вариантами заданий
6. Расчёты телекоммуникационных ресурсов сигналов и протоколов доступа 4G (IEEE 802.16m) (WiMAX)	1. Опишите параметры физического уровня системы мобильной связи стандарта IEEE 802.16m (Wi-MAX). 2. Опишите структуру кадров доступа к каналу системы IEEE 802.16m. 3. Приведите методику оценки пропускной способности IEEE 802.16m. 4. Поясните причину того, что сигнал OFDM+MQAM одержал победу в гонке за пропускную способность канала. 5. Приведите формулу сигнала OFDM стандарта IEEE 802.16m. 6. Приведите формулы прямого и обратного преобразований Фурье. 7. Поясните алгоритмы формирования сигналов OFDM 4G на передачу и обработки их при приёме. 8. Опишите методы модуляции и кодирования в системе IEEE 802.16m. 9. Какое количество бит переносит один символ сигнала M-QAM? 10. Каким образом выбирается параметр M сигнала M-QAM?

	11. Каким образом выбирается параметр ортогонального разнесения между несущими? 12. Каким образом определяется размерность БПФ? 13. Каким образом определяется длительность T_u полезной части сигнала? 14. Каким образом определяется пропускная способность радиолинии? 15. Каким образом определяется спектральная эффективность радиолинии?
7. Расчёты телекоммуникационных ресурсов систем связи стандарта 4G-LTE –Advanced	1. Опишите параметры физического уровня систем связи стандарта 4G-LTE –Advanced. 2. Опишите структуру кадров доступа к каналу системы 4G-LTE –Advanced 3. Опишите методы модуляции и кодирования в системе 4G-LTE –Advanced 4. Приведите методику оценки пропускной способности системы 4G-LTE –Advanced для направлений Downlink и Uplink. 5. Какая максимальная пропускная способность может быть обеспечена системой 4G-LTE –Advanced в полосе 20 МГц и в общей разрешённой полосе частот. 6. Какая спектральная эффективность может быть достигнута в системе 4G-LTE –Advanced.
8. Расчёты телекоммуникационных ресурсов систем связи 5G.	1. Приведите и поясните формулы расчёта: потерь в свободном пространстве с учётом эффективного радиуса Земли, эффективной площади антенны. 2. Опишите алгоритмы расчёта мощности шума на входе приёмника, отношения с/ш. 3. Взаимосвязь требуемых отношений с/ш на символ и на бит для режимов M-QAM 4. Рассчитайте максимальную скорость передачи данных для сигнала OFDM с разными значениями структур сигналов физического уровня и протоколов доступа - с учетом нумерологии режимов от $u = 0$ до $u = 5$, для разных значений энергетики канала

11.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена

1. Количественная мера информации и пропускная способность канала по Кл. Шеннону
2. Энтропия источника, условия максимума энтропии символа источника.
3. В чём состоит согласование информационных характеристик источника и канала с помехами и без помех?
4. Лучший метод борьбы с многолучевостью мобильного канала связи. Какой выигрыш он может обеспечить? В каком поколении мобильной связи он был впервые реализован?
5. Какой вид сигнала был выбран как основной для третьего поколения мобильной связи? Назовите его достоинства и недостатки.
6. По какой причине для поколения 4G была выбрана структура многотонавого сигнала OFDM? В чём его преимущества и недостатки по сравнению с сигналом WCDMA?
7. Приведите методику расчёта пропускной способности радиолинии 4G Wi-MAX (IEEE 802.16).
8. Представьте методику расчёта пропускной способности радиолинии с однотоновым сигналом WCDMA с расширением спектра прямой кодовой последовательностью (DSSS).
9. Приведите методику расчёта пропускной способности радиолинии 4G-LTE.
10. Представьте методику расчёта пропускной способности радиолиний 5G.
11. Эволюция цифровой беспроводной связи (1G, 2G, 3G, 4G, 5G).
12. Особенности современных услуг связи.
13. Особенности инфокоммуникационных услуг.
14. Требования к сетям связи.
15. Концепция построения сети NGN и её базовые принципы.
16. Классификация услуг для сетей следующего поколения (NGN).
17. H.323 - Системы мультимедиа-коммуникаций, основанные на пакетах.
18. Общая архитектура NGN.
19. Открытая архитектура услуг (OSA).

20. Открытый программный интерфейс API Parlay.
21. Эффективные протоколы, интерфейсы и языки скриптов web-услуг.
22. Уровень управления коммутацией.
23. Транспортный уровень систем следующего поколения (ССП).
24. Основные требования к транспортному уровню.
25. Сеть доступа к NGN.
26. Базовая сеть NGN.
27. Протокол инициирования сеансов SIP.
28. Протокол управления медиа шлюзами MGCP.
29. Протокол MEGACO/H.248.
30. Протоколы транспортного уровня RTP, RTCP, UDP.
31. Сравнение MEGACO/H.248 и SIP.
32. Сравнение MEGACO/H.248 и H.323.
33. Сравнение протоколов BICC и SIP.
34. Протоколы инициализации сессии для телефона (SIP-T) и интернет (SIP-I).
35. Сравнение SIP с H.323.
36. Концепция Softswitch - программного коммутатора.
37. Архитектура Softswitch.
38. Элементы транспортного уровня Softswitch.
39. Элементы уровня управления обслуживанием вызова и сигнализации.
40. Элементы уровня услуг и приложений Softswitch.
41. Протоколы сессии в сетях Softswitch.
42. Транспортировка информации сигнализации (SIGTRAN).
43. Протокол передачи информации управления потоком (SCTP).
44. Пользовательский уровень адаптации ISDN (IUA).
45. Пользовательский уровень адаптации MTP2.
46. Пользовательский уровень адаптации M2PA .
47. Пользовательский уровень адаптации MTP уровня 3 (M3UA).
48. Пользовательский уровень адаптации SCCP (SUA).
49. Протокол SCTP для MEGACO.
50. Функциональные объекты эталонной модели архитектуры Softswitch.
51. Негарантированная доставка данных (best-effort service).
52. Дифференцированное обслуживание (differentiated service).
53. Гарантированное обслуживание (guaranteed service).
54. Характеристики эффективности сетевого соединения.
55. Три класса качества речи в рамках проекта TIPHON.
56. Функции качества обслуживания.
57. Интегрированные услуги (IntServ).
58. Архитектура дифференцированных услуг DiffServ.
59. Технология многопротокольной коммутации меток (MPLS).
60. Концепция и базовые функции IMS.
61. Концепция и элементы A-IMS.
62. Краткое описание протокола инициации сеанса SIP в IMS.
63. Двухуровневая архитектура, модель и функции сети NGN концепции IMS.

11.3. Типовые вопросы для текущей аттестации

Типовыми вопросами для текущей аттестации являются вопросы, приведённые в разделе 11.1 для лабораторных работ, также вопросы для практических занятий.

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института ИЯЭиТФ

_____ Легчанов А.Е.
подпись ФИО

“ ____ ” _____ 20 ____ г.

Лист актуализации рабочей программы дисциплины⁸
Б1.Б.7 «Теория построения инфокоммуникационных сетей и систем»
(индекс по учебному плану, наименование)

для подготовки бакалавров/ специалистов/ магистров

Направление: {шифр – название} 11. 04.02 - Инфокоммуникационные технологии и
системы связи

Программа магистратуры: «Антенны и устройства СВЧ в инфокоммуникациях»
«Квантовые технологии в инфокоммуникациях»

Форма обучения _____ очная _____

Год начала подготовки: _____ 2022 _____

Курс _____ 1 _____

Семестр _____ 1 семестр _____

⁹ а) В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для
2022 г. начала подготовки.

б) В рабочую программу вносятся следующие изменения (указать на какой год начала
подготовки):

- 1)
- 2)
- 3)

Разработчик (и): Горячева Тамара Ивановна, к.т.н., доцент _____ « ____ » _____ 20 ____ г.
(ФИО, учёная степень, учёное звание)

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭСВМ
Электроника и сети ЭВМ. Протокол № _____ от « ____ » _____ 20 ____ г.

Зав. кафедрой разработчика (ЭСВМ), д.т.н., профессор _____ Бабанов Н.Ю.

Лист актуализации принят на хранение:

Зав. выпускающей кафедрой (ФТОС), д.т.н., профессор _____ Раевский А.С.
« ____ » _____ 20 ____ г.

Методический отдел УМУ: _____ « ____ » _____ 20 ____ г.

⁸ Рабочая программа дисциплины актуализируется ежегодно перед началом нового учебного года

⁹ Разработчик выбирает один из представленных вариантов