

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования <i>«Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»</i>
<b>Рабочая программа дисциплины</b>
Факультет подготовки специалистов высшей квалификации
СК-РП-15.1-04-22
Рабочая программа дисциплины <b>«Системы, сети и устройства телекоммуникаций»</b>



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по научной работе  
А.А. Куркин  
«15» апреля 2022 г

**Кафедра «Электроника и сети ЭВМ»**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«СИСТЕМЫ, СЕТИ И УСТРОЙСТВА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ»**

Область науки:

2. Технические науки

Группа научных специальностей:

2.2 Электроника, фотоника, приборостроение и связь

Наименование отрасли науки, по которой присуждаются ученые степени:

технические науки

Научная специальность

2.2.15 Системы, сети и устройства телекоммуникаций

Форма обучения

очная

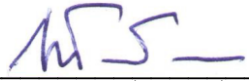
Нижний Новгород 2022

Рабочая программа дисциплины «Системы, сети и устройства телекоммуникаций» для аспирантов специальности 2.2.15 «Системы, сети и устройства телекоммуникаций»/авт. Н.Ю. Бабанов. – Нижний Новгород: НГТУ, 2022. - 15 с.


Рабочая программа предназначена для методического сопровождения преподавания дисциплины (модуля) «Системы, сети и устройства телекоммуникаций» аспирантам очной формы обучения по специальности 2.2.15 «Системы, сети и устройства телекоммуникаций».

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

1. Федеральные государственные требования к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре - приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 г. № 951.
2. Паспорт научной специальности 2.2.15 «Системы, сети и устройства телекоммуникаций», разработанный экспертами ВАК Минобрнауки России в рамках Номенклатуры научных специальностей, утвержденной приказом Минобрнауки России от 24.02.2021 г. № 118.
3. Учебный план НГТУ по программе подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 2.2.15 «Системы, сети и устройства телекоммуникаций».
4. Программа кандидатского экзамена по специальности 2.2.15 «Системы, сети и устройства телекоммуникаций».

Автор  Н.Ю. Бабанов  
(подпись)


14 апреля 2022 г.

	<b>НГТУ</b>
	<b>Рабочая программа дисциплины</b>
СК-РП-15.1-04-22	Рабочая программа дисциплины «Системы, сети и устройства телекоммуникаций»

## СОДЕРЖАНИЕ

		стр
1	Цель и задачи освоения дисциплины.....	4
2	Место дисциплины в структуре программы аспирантуры.....	4
3	Структура и содержание дисциплины (модуля).....	4
3.1	Структура дисциплины (модуля).....	4
3.2	Содержание дисциплины (модуля).....	5
3.2.1	Разделы дисциплины (модуля) и виды занятий.....	5
3.2.2	Содержание разделов дисциплины (модуля).....	5
3.3	Практические занятия (семинары).....	8
3.4	Лабораторные работы.....	8
3.5	Самостоятельная работа аспиранта при изучении разделов дисциплины	8
4	Образовательные технологии.....	9
5	Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.....	9
6	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины ...	10
6.1	Основная литература.....	10
6.2	Дополнительная литература.....	10
6.3	Периодические издания.....	11
6.4	Интернет-ресурсы.....	11
6.5	Нормативные документы.....	12
6.6	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспиранта	12
7	Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	12
	Лист согласования рабочей программы дисциплины.....	14
	Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины .....	15



	<b>НГТУ</b>
	<b>Рабочая программа дисциплины</b>
СК-РП-15.1-04-22	Рабочая программа дисциплины «Системы, сети и устройства телекоммуникаций»

## 1 Цель и задачи освоения дисциплины

**Цель освоения дисциплины:** формирование и развитие у аспирантов знаний и умений в области исследования, разработки, создания и производства систем, сетей и устройств телекоммуникаций.

### Задачи:

- формирование навыков в области теории систем, сетей и устройств телекоммуникаций;
- изучение основных методов научных исследований, применяемых в данной области;
- освоение ключевых подходов к исследованию, разработке, созданию и производству систем, сетей и устройств телекоммуникаций.

## 2 Место дисциплины в структуре программы аспирантуры

Дисциплина (модуль) «Системы, сети и устройства телекоммуникаций» включена в блок обязательных дисциплин, направленных на подготовку к сдаче кандидатского экзамена.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных аспирантами в результате освоения образовательной программы высшего образования (магистратура, специалитет).

Наименование блока	Семестр, в котором преподается дисциплина	Трудоемкость дисциплины				Вид промежуточной аттестации
		Зачетные единицы	Общая	Часы		
				Аудиторная	СРО	
Обязательная дисциплина	6	3	108	24	84	
<b>ИТОГО</b>		3	108	24	84	Экзамен

## 3 Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов).

### 3.1 Структура дисциплины (модуля)

Дисциплина преподается в 6 семестре.

**НГТУ****Рабочая программа дисциплины**

СК-РП-15.1-04-22

Рабочая программа дисциплины  
«Системы, сети и устройства телекоммуникаций»

№ п/п	Наименование дисциплины	Объем учебной работы (в часах)						Вид итогового контроля	
		Всего	Всего аудит.	Из аудиторных					Сам. работа
				Лекц.	Лаб.	Прак.	КСР.		
1	Системы, сети и устройства телекоммуникаций	108	24	24	-	-	-	84	Экзамен

**3.2 Содержание дисциплины (модуля)****3.2.1 Разделы дисциплины (модуля) и виды занятий**

№ раздела	Наименование раздела Дисциплины	Виды учебной работы и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа (СР)
		Лек.	Лаб.	Пр.	КСР	
1	Статистическая теория связи	6	-	-	-	21
2	Системы и сети телекоммуникаций	6	-	-	-	21
3	Предоставление основных информационных услуг сетями телекоммуникаций	6	-	-	-	21
4	Предоставление информационных услуг подвижным объектам	6	-	-	-	21
ИТОГО:		24	-	-	-	84

**3.2.2 Содержание разделов дисциплины (модуля)**

№ п/п	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма прове- дения занятий
1	2	3	4
1	Статистическая теория связи	Понятие несущего сигнала. Классификация сигналов, база сигнала, Частотно-временная матрица. Простые и сложные (составные) сигналы. Генерация сигналов разных типов. Модуляция и детектирование сигналов. Спектры модулированных сигналов. Огибающая фаза и частота узкополосного сигнала. Аналитические сигналы. Основные виды модуляции, применяемые в каналах систем телекоммуникаций. Свойства и использование однополостной модуляции. Особенности модуляции и детектирования при дискретном модулирующем сигнале. Корреляционная функция и спектральная плотность мощности гармонических сигналов, модулированных	Лекции



		<p>случайным процессом.</p> <p>Спектры сложных сигналов. Полососберегающие сигналы</p> <p>Избыточность источника сообщения и причины её появления. Классификация методов уменьшения избыточности, уменьшение статистической и семантической избыточности. Теорема К. Шеннона о кодировании источника. Конструктивные методы кодирования источников, кодирование речевых сигналов и сигналов видео изображений.</p> <p>Задача помехоустойчивого кодирования. Классификация помехоустойчивых кодов.</p> <p>Блочные коды и их декодирование. Примеры важнейших блочных кодов: Циклические коды, методы их декодирования. Свёрточные коды, их классификация и основные характеристики. Методы декодирования свёрточных кодов.</p> <p>Эффективность и энергетический выигрыш кодирования. Кодирование в каналах с памятью. Нелинейное кодирование.</p> <p>Международные стандарты сжатия речевых и видео сообщений.</p> <p>Низкоскоростные и высокоскоростные модемы для проводных и радиолиний. Модемы волоконно-оптических каналов связи. Особенности модемов многостанционного доступа. Модемы для передачи информации по энергетическим сетям.</p>	
2	Системы и сети телекоммуникаций	<p>Основные понятия массового обслуживания, классификация систем массового обслуживания (СМО), типовые распределения в теории массового обслуживания, показатели эффективности СМО, теорема Литтла, области применения, методы исследования СМО</p> <p>Модели входных потоков. Стационарные и нестационарные потоки, пуассоновские потоки, потоки Эрланга, потоки Пальма, теорема Хинчина о сходимости суммы потоков.</p> <p>Марковские СМО. Системы с бесконечной и конечной очередью, многолинейные СМО, СМО с отказами, СМО с конечным и бесконечным источником, методика расчёта показателей эффективности марковских СМО.</p> <p>Полумарковские случайные процессы, метод Кендалла, анализ влияния закона распределения времени обслуживания на среднее время ожидания СМО, приоритетные СМО, виды приоритетов, методика анализа приоритетных СМО. Особенности мультиплексиро-</p>	Лекции



		<p>вания в сетях PDH и SDH.</p> <p>Методы имитационного моделирования СМО</p> <p>Общие модели СМО, методы моделирования входных потоков, методы моделирования процедуры обслуживания требований, моделирование по времени и по событиям, планирование статистического эксперимента, методы сокращения времени моделирования, смешанные (аналитические и имитационные) методы анализа СМО.</p> <p>Представление о сетях Петри. Основные варианты использования сетей Петри для моделирования систем и сетей телекоммуникаций. Моделирование на основе кусочно-линейных агрегатов. Элементы теории предикатов и их использование для описания программно-аппаратных комплексов.</p>	
3	Предоставление основных информационных услуг сетями телекоммуникаций	<p>Речевой сигнал, его особенности и характеристики.</p> <p>Звуки, фонемы, форманты.</p> <p>Распознавание речи слуховым аппаратом человека.</p> <p>Статистические характеристики речевых сигналов: интервал стационарности, законы распределения, энергетический спектр, корреляционная функции и разборчивость речи.</p> <p>Вокодеры: полосный, формантный, гомоморфный, линейный предсказатель речи (липредер), фонемный вокодер.</p> <p>Скремблеры, работающие в частотной, временной, частотно-временной областях.</p> <p>Цифровое скремблирование речи.</p> <p>Методы модуляции при передачи речевых сигналов.</p> <p>Передача речевых сигналов в общем пакете, проблема нарушения масштаба времени.</p> <p>Проблемы высокоточной передачи измерительной информации в телекоммуникационных системах и сетях, потери и задержки сообщений.</p> <p>Телеметрия и оценка технического состояния объектов и технологических процессов.</p> <p>Интеллектуализация программ измерений.</p> <p>Возможности безрастрового представления изображений.</p> <p>Согласование методов представления изображений и протоколов.</p> <p>Экономное использование ресурсов сети при организации видеотелефонии и телеконференций.</p>	Лекции
4	Предоставление информационных услуг по-	<p>Общие принципы и классификация систем подвижной радиосвязи. Транкинговые, сотовые, беспроводные, пейджинговые и спутниковые сети подвижной радио-</p>	Лекции



	движным объектам	связи. Радиосети передачи данных. Стандарты и системы подвижной радиосвязи первого, второго и третьего поколений. Диапазоны частот, протоколы информационного обмена, системы сетевого управления, системы сигнализации. Виды услуг, предоставляемых в сетях подвижной радиосвязи. Коммутационное и терминальное оборудование систем подвижной радиосвязи. Оборудование систем подвижной радиосвязи: состав и основные особенности. Основные функции; принципы построения и типы коммутационных систем. Модели радиоканалов и предсказания уровня сигнала для естественных условий распространения радиоволн в условиях сельской и городской застройки.	
--	------------------	---	--

### 3.3 Практические занятия

Учебным планом не предусмотрено.

### 3.4 Лабораторные работы

Учебным планом не предусмотрено.

### 3.5 Самостоятельная работа аспиранта при изучении разделов дисциплины

Самостоятельная работа аспиранта при изучении дисциплины «Системы, сети и устройства телекоммуникаций» составляет 84 часа.

В ходе самостоятельной работы аспирант:

- изучает материалы, не освещенные в лекциях;
- готовится к экзамену.

№ раздела	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов
1	Модемы для каналов связи с переменными параметрами. Использование в модемах полососберегающих методов передачи и приёма сигналов. Особенности модемов при разнесенном приеме.	21
2	Представления об экспертной системе. Основные разновидности оболочек экспертных систем. Понятия математического аппарата различных нечётких множеств. Использование возможностей тензорного исчисления для моделирования программно-аппаратных комплексов.	21
3	Методы экономичного представления изображений. Основные стандарты кодирования изображений, используемые в сетях широкого пользования.	21
4	Методы частотно-территориального планирования; кластерные модели; расчет основных параметров частотного плана, параметров станций и трафика сети; методы повышения емкости сетей; проблемы электромагнитной совместимости.	21
<b>ИТОГО:</b>		<b>84</b>





#### 4 Образовательные технологии

При освоении дисциплины «Системы, сети и устройства телекоммуникаций» используются следующие образовательные технологии:

- активные (лекции);
- информационные (анализ и обзор источников информации);
- компьютерные (виртуальные и сетевые интернет-технологии),
- информационно-коммуникативные (компьютеры, телекоммуникационные сети),
- коммуникативные (обсуждение проблем на аудиторных занятиях, круглые столы, диспуты, участие в аспирантских научных и научно-практических конференциях),
- проблемные задания аспирантам, и их представление, разбор конкретных ситуаций.

#### 5 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

По итогам освоения дисциплины аспирантом сдается экзамен.

Экзамен оценивается по системе: отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно.

Отлично	полный грамотный ответ по всем трем вопросам, содержащий примеры, в том числе соответствующие теме научно-исследовательской деятельности соискателя.
Хорошо	правильный грамотный ответ, но: а) требующий уточнения по одному из заданных вопросов; б) при наличии одного - двух недочетов; в) допущена одна негрубая ошибка.
Удовлетворительно	правильный грамотный ответ, но: а) требующий уточнений по всем вопросам; б) допущена грубая ошибка; в) при наличии более двух недочетов; г) на теоретические вопросы даны исчерпывающие ответы, но отсутствуют примеры, иллюстрирующие соискателем понимание сути вопросов.
Неудовлетворительно	а) неправильные ответы на два и более вопросов билета; б) когда число ошибок превосходит норму, при которой может быть выставлена положительная оценка.

Текущий контроль освоения материала по каждому разделу дисциплины осуществляется тестированием.

#### *Образцы оценочных средств*


#### *для проведения текущего контроля в виде тестов*

#### *Тесты к разделу 1:*

**Вопрос 1:** Понятие несущего сигнала.

**Вопрос 2:** Классификация сигналов, база сигнала.

#### *Тесты к разделу 2:*

	<b>НГТУ</b>
	<b>Рабочая программа дисциплины</b>
СК-РП-15.1-04-22	Рабочая программа дисциплины «Системы, сети и устройства телекоммуникаций»

**Вопрос 1:** Основные понятия массового обслуживания, классификация систем массового обслуживания.

**Вопрос 2:** Модели входных потоков.

**Тесты к разделу 3:**

**Вопрос 1:** Распознавание речи слуховым аппаратом человека.

**Вопрос 2:** Статистические характеристики речевых сигналов.

**Тесты к разделу 4:**

**Вопрос 1:** Радиосети передачи данных.

**Вопрос 2:** Диапазоны частот, протоколы информационного обмена, системы сетевого управления, системы сигнализации

## 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1 Основная литература

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библ-ке
1.	2	3	4	5	6
1	Олифер В.Г.	Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы	СПб.: Питер, 2010	Учебник	8
2	Битнер В.И.	Принципы и протоколы взаимодействия телекоммуникационных сетей	М.: Горячая линия-Телеком, 2008	Учебное пособие для вузов. Гриф УМО.	15
3	Крухмалев В.В.	Цифровые системы передачи	М.: Горячая линия-Телеком, 2007	Учебное пособие	35
	Воробьев Л.В. и др.	Системы и сети передачи информации	М.: Академия, 2008	Учебное пособие	7

### 6.2 Дополнительная литература

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библ-ке
1	Кейстович А.В., Милов В.Р.	Виды радиодоступа в системах подвижной связи	М.: Горячая линия-Телеком, 2015.	Учебное пособие для вузов. Гриф УМО.	5




2	Алексеев Е.Б., Гордиенко В.Н. Крухмалев В.В.	Проектирование и техническая эксплуатация цифровых телекоммуникационных систем и сетей	М.: Горячая линия-Телеком, 2008.	Учебное пособие для вузов	5
3	Потрнов Э.Л.	Оптические кабели связи и пассивные компоненты волоконно-оптических линий связи	М.: Горячая линия-Телеком, 2007.	Учебное пособие для вузов	3
4	Сирота А.А.	Компьютерное моделирование и оценка эффективности сложных систем	М.: Тесносфера, 2006	Учебное пособие	7
5	Скляр Б.	Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение	М.: Вильямс, 2010		30

### 6.3 Периодические издания

- «Автоматика и телемеханика»;
- «Антенны»;
- «Известия высших учебных заведений. Радиоэлектроника»;
- «Радиотехника и электроника»;
- «Радиотехника»;
- «Вопросы радиоэлектроники. Серия общетехническая (ОТ)»;
- «Физика волновых процессов и радиотехнические системы»;
- «Электросвязь».

### 6.4 Интернет-ресурсы

- Научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru>);
- Электронно-библиотечная система (<http://elanbook.com>);
- Электронно-библиотечная система (<http://ibooks.ru>);
- Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации ([digital.gov.ru](http://digital.gov.ru));
- Российское образование. Федеральный портал (<http://www.edu.ru>);
- Сайт Минобрнауки России (<https://minobrnauki.gov.ru/>);
- Институт радиотехники и электроники им. В. А. Котельникова (<http://www.cplire.ru>);
- Научно-исследовательский институт систем связи и управления (<http://www.niissu.ru>);
- ФНПЦ АО «НПП Полет» (<http://polyot.atnn.ru/>).

	<b>НГТУ</b>
	<b>Рабочая программа дисциплины</b>
СК-РП-15.1-04-22	Рабочая программа дисциплины «Системы, сети и устройства телекоммуникаций»

### 6.5 Нормативные документы

- План мероприятий ("дорожная карта") "Развитие отрасли информационных технологий" (УТВЕРЖДЕН распоряжением Правительства Российской Федерации от 20 июля 2013 г. № 1268-р)
- Стратегия развития отрасли информационных технологий в Российской Федерации на 2014 - 2020 годы и на перспективу до 2025 года (УТВЕРЖДЕНА распоряжением Правительства Российской Федерации от 1 ноября 2013 г. № 2036-р)
- Прогноз научно-технологического развития Российской Федерации на период до 2030 года (утв. Правительством РФ 3 января 2014 г.)
- 

### 6.6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспиранта

Используются следующие виды самостоятельной работы аспиранта: в читальном зале библиотеки, в учебных кабинетах, компьютерных классах с доступом к ресурсам Интернет и в домашних условиях.

Порядок выполнения самостоятельной работы соответствует программе курса и контролируется в ходе лекционных занятий.

Самостоятельная работа подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим рекомендованные монографии, учебники и учебно-методические пособия, периодическую литературу, а также конспекты лекций.

## 7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Лекционные занятия – мультимедийная аудитория а.5427 лаборатория сетевых технологий а.5404 лаборатория цифровой коммутации и обработки сигналов а.5405	12 персональных компьютеров Проектор NEC V260XG - 1 шт. Экран - 1 шт. Радиорелейная станция Quadralink 8 - 1 шт. Радиорелейная станция Microstar - 1 шт. Сетевой коммутатор Lamplex2500 - 2шт. Маршрутизатор Netbuilder 8 портов - 2шт. Маршрутизатор WI-FI D-Link DiR-300 - 2 шт. Цифровой коммутатор Harris 20-20 MAP - 2 шт. Цифровой осциллограф TDS420A-2 шт. Генератор HP3312A - 2шт. Спектроанализатор HP3582 -1 шт. Комплект оборудования для IP-телефонии -2 шт.	- Операционная система Windows XP, Prof, S/P3 (ПодпискаDreamSparkPremium действительна до 31.12.2017) - MSOffice 2007 лиц №43847744 (бес-срочная) - MS Access 2010 (ПодпискаDreamSparkPremium действительна до 31.12.2017). - MathCAD 14 (PKG-TL7517-FN, MMT-TL7517PN-T2 безсрочно) - Matlab R2008a Лиц №527840 - AutoCAD 2015 Серийный номер / ключ продукта 545-19358656 / 651G1
Самостоятельная работа - залы электронных информационных ресурсов	35 персональных компьютеров. Доступ к библиотечному фонду НГТУ. Доступ в Internet через локальную сеть 30	- Visual Studio 2008 (ПодпискаDreamSparkPremium действительна до 31.12.2017)





**НГТУ**


**Рабочая программа дисциплины**

**СК-РП-15.1-04-22**

**Рабочая программа дисциплины  
«Системы, сети и устройства телекоммуникаций»**

<p>(Электронные классы) НТБ а.2210, 6119, 6162. Читальные залы а. 2202, 2203 - компьютерный класс ИВЦ а.6251</p>	<p>Мбит/с.</p>	<p>- Dr.Web (срок лиц.2016-02-29 – 2017-04-27) - Реферативные наукометрические базы (eLIBRARY.RU, Web of Science, Scopus), электронные библиотечные системы (издательства «Инженерные науки», «Лань», «Машиностроение», «Информатика», «НЭИКОН») - Автоматизированная информационно-библиотечная система (АИБС) «МАРК-SQL 1.14», ЗАО «НПО «ИН-ФОРМ-СИСТЕМА» с 20 октября 2014 (Договор № 069/2014-А/О).</p>
--	----------------	---



	<b>НГТУ</b>
	<b>Рабочая программа дисциплины</b>
СК-РП-15.1-04-22	Рабочая программа дисциплины «Системы, сети и устройства телекоммуникаций»

**Дополнения и изменения в рабочей программе  
дисциплины на 20\_\_/20\_\_ уч.г.**

Внесенные изменения на 20\_\_/20\_\_ учеб-  
ный год

**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по научной работе

(подпись, расшифровка подписи)

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20... Г

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

- 1) .....
- 2) .....

или делается отметка о нецелесообразности внесения каких-либо изменений на дан-  
ный учебный год

**СОГЛАСОВАНО:**

Декан ФСВК

\_\_\_\_\_  
*наименование факультета (института, где реализуется данное направление)    личная подпись    расшифровка подписи    дата*