

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ
Декан РТФ

УТВЕРЖДАЮ /А.Н. Дедов/
(Ф.И.О. декана (директора института))

01.03.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б.1.2.13 Самоорганизующиеся сети мобильной связи

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки
(специальность)

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Квалификация выпускника

Бакалавр

(бакалавр/магистр/специалист)

Направленность

Интеллектуальные телекоммуникационные системы и
сети

Курс 4
Семестр 8

Распределение учебного времени

Трудоемкость по учебному плану	144 / 4	часов/зачетных единиц
Лекции	-	часов
Лабораторные работы	-	часов
Практические занятия	40	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	40	часов
Контактная работа по экзамену	-	часов
Курсовой проект (работа)	8	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	104	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	-	часов
Экзамен	-	семестр
Зачет	-	семестр
БРК, ДЗ	8	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Программу составили:

доцент с ученой степенью кандидата наук	РТиС	СОГЛАСОВАНО	В.В. Овчинников
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина
Кафедра радиотехники и связи

		(наименование кафедры)	
06.02.2023	протокол №	21	
(дата)			
Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	Н.В. Рябова	
		(И.О. Фамилия)	

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими)
кафедрой(ами).
СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	Н.В. Рябова
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит
выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	А.Н. Дедов
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Пашукова Светлана Геннадьевна, Директор филиала в РМЭ ПАО "Ростелеком"

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 06.03.2023 г.
Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /И.Р. Валиева/

Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. ПК-6 Способен оценивать параметры безопасности и защищать программное обеспечение и сетевые устройства администрируемой сети с помощью специальных средств управления безопасностью системы в специальном документе	ИД ПК-6.1 Знает архитектуру, протоколы и общие принципы функционирования аппаратных, программных и программно-аппаратных средств администрируемой сети.	знания: Знает архитектуру, протоколы и общие принципы функционирования аппаратных, программных и программно-аппаратных средств администрируемой сети умения: навыки:
	ИД ПК-6.2 Знает основные принципы, криптографические протоколы и программные средства обеспечения информационной безопасности сетевых устройств.	знания: Знает основные принципы, криптографические протоколы и программные средства обеспечения информационной безопасности сетевых устройств умения: навыки:
	ИД ПК-6.3 Умеет применять программные, аппаратные и программно-аппаратные средства защиты сетевых устройств от несанкционированного	знания: умения: Умеет применять программные, аппаратные и программно-аппаратные средства защиты сетевых устройств от несанкционированного доступа навыки:
	ИД ПК-6.4 Пользоваться нормативно-технической документацией в области обеспечения информационной безопасности инфокоммуникационных систем.	знания: Знает нормативно-техническую документацию в области обеспечения информационной безопасности инфокоммуникационных систем умения: Умеет пользоваться нормативно-технической документацией в области обеспечения информационной безопасности инфокоммуникационных систем навыки: Владеет нормативно-технической документацией в области обеспечения информационной безопасности инфокоммуникационных систем

ИД ПК-6.5 Владеет навыками и средствами установки и управления специализированными программными средствами защиты сетевых устройств администрируемой сети от несанкционированного доступа.	знания: умения: навыки: Владеет навыками и средствами установки и управления специализированными программными средствами защиты сетевых устройств администрируемой сети от несанкционированного доступа
--	--

Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Интеллектуальные методы обработки и анализа данных в инфокоммуникационных системах (ПК-6), Оптические технологии связи (ПК-6), Планирование сетей связи (ПК-6)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих практиках: Преддипломная практика (ПК-6); государственной итоговой аттестации в форме: Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (ПК-6)

Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: практические занятия

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: задания

Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Беспроводные самоорганизующиеся сети	144	ПК-6
Практическое занятие. Сеть с несколькими сенсорными узлами	8	
Практическое занятие. Расчёт энергетических характеристик канала связи	8	
Практическое занятие. Структура прямохаотического приёмопередатчика и его программного обеспечения	8	
Практическое занятие. Двухкоординатный акселерометр.	8	
Практическое занятие. ПЛИС и программирование на VeriLog	8	

Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Изучение теоретического материала и подготовка к практическим работам: - беспроводная самоорганизующаяся сеть, сверхширокополосный сигнал в беспроводных самоорганизующихся сетях; - прямохаотические сверхширокополосные системы связи, макеты прямохаотических приемопередатчиков и их характеристики. - канал связи, бюджет канала, энергетические потери, приёмопередатчика, - генератор хаоса, - основные понятия устройства ПЛИС, - программирование ПЛИС, - HDL-проектирование (Уровни абстракции), - Verilog HDL, основные понятия.		
Тесты контроля усвоения теории.	104	
Иная контактная работа: дифференцированный зачет (БРК)	0	

Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности. Курс состоит из двух модулей. Каждый модуль включает в себя несколько тем. Освоение каждой темы состоит из следующих работ:

- работа с теоретическим материалом;
- выполнение практических работ.

Подготовка к занятиям семинарского типа включает ознакомление с планом практического занятия, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины.

Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины, оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины, к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Изучение дисциплины включает выполнение курсового проекта, практических работ. Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является БРК, по курсовому проекту (работе) – дифференцированный зачет.

Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющих в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ		
1.	Костров, Борис Васильевич. Сети и системы передачи информации [Текст] : учебник для среднего профессионального образования по специальности "Обеспечение информационной безопасности автоматизированных систем". Регистрационный номер рецензии 163 от 24 мая 2017 г. ФГАУ "ФИРО" / Б. В. Костров, В. Н. Ручкин. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: Академия, 2019. - 287, [2] с. ISBN 978-5-4468-7764-5. Экземпляры: всего 25.	25
2.	Гулевич, Д. С. Сети связи следующего поколения [Электронный ресурс] / Гулевич Д. С. 2-е изд. Москва: ИНТУИТ, 2016. - 213 с. ISBN 5-94774-647-1.	https://e.lanbook.com/book/100490
3.	Гельбух, С. С. Сети ЭВМ и телекоммуникации. Архитектура и организация [Электронный ресурс] : учебное пособие / Гельбух С. С. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 208 с. ISBN 978-5-8114-3474-9.	https://e.lanbook.com/book/206585
4.	Войтович, И. Д. Интеллектуальные сенсоры [Электронный ресурс] / Войтович И. Д., Корсунский В. М. 2-е изд. Москва: ИНТУИТ, 2016. - 1164 с. ISBN 978-5-9963-0124-9.	https://e.lanbook.com/book/100608
5.	Страшун, Ю. П. Технические средства автоматизации и управления на основе IoT/IoT [Электронный ресурс] : учебное пособие для во / Страшун Ю. П. Санкт-Петербург: Лань, 2020. - 76 с. ISBN 978-5-8114-5018-3.	https://e.lanbook.com/book/143701
6.	Столлингс, Вильям. Беспроводные линии связи и сети [Текст] / В. Столлингс ; [пер. с англ. А. В. Высоцкого и др. ; под ред. А. В. Назаренко]. Москва [и др.]: Вильямс, 2003. - 637 с. ISBN 5-8459-0409-9. Экземпляры: всего 5.	5

6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
-----------	---	---------------------------------	-------------------------

Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий.	удовлетворительно
Продвинутый уровень	Обучающийся твердо знает программный материал, излагает его грамотно и по существу, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения	хорошо
Высокий уровень	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, грамотно и логически стройно его излагает, дает исчерпывающие ответы на поставленные вопросы. В ответе тесно увязывается теория с практикой, при этом обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с монографической литературой, периодическими изданиями, правильно обосновывает принятые решения, свободно владеет разносторонними навыками, приемами выполнения практических работ	отлично

7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

7.2. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

1. Что представляют собой беспроводные всепроникающие самоорганизующиеся сети (БСС)?

1. самоорганизующиеся сети, которые состоят из множества беспроводных сенсорных узлов, распределенных в пространстве и предназначенных для мониторинга характеристик окружающей среды и управления объектами, расположенными в ней;
2. система электросвязи, в которой передача информации производится по кабелю связи;
3. вид радиосвязи, в основе которого лежит сотовая сеть, общая зона покрытия делится на ячейки, которые определяются зонами покрытия отдельных базовых станций;

4. сети, состоящие из минимального количества беспроводных сенсорных каналов, распределенных в пространстве и предназначенных для мониторинга оборудования и характеристик окружающей сети;

2. Как называется пространство, которое покрывается сенсорной сетью?

1. сенсорное поле;
2. сенсорный экран;
3. нет верного ответа;
4. сетевое пространство;

3. Из чего состоят беспроводные сенсорные узлы?

1. из миниатюрных устройств с ограниченными ресурсами: зарядом батареи, объемом памяти, вычислительными возможностями и т. д.
2. из комплекса радиопередающей аппаратуры (ретрансляторы, приёмопередатчики), осуществляющий связь с конечным абонентским устройством;
3. из приёмопередатчика, СВЧ-диапазона, специализированного контролера управления, дисплея, интерфейсного устройства, аккумулятора;
4. из устройств с ограниченными ресурсами: зарядом батареи, приёмопередатчика, СВЧ-диапазона, базовой сети;

4. Какая технология позволяет строить беспроводные самоорганизующиеся сети инфраструктурного типа, т. е. создавать многоточечную топологию с беспроводной точкой доступа для подключения мобильных абонентов?

1. Wi-Fi;
2. ZigBee;
3. Bluetooth;
4. все ответы верны;

5. Как называют сети, которые применяют различные технологии радиодоступа, работают в нескольких частотных диапазонах, имеют многоуровневую архитектуру и используют в своей топологии различные размеры сот?

1. гетерогенными;
2. гомогенными;
3. магистральными;
4. распределительными;

6. Какой стандарт был разработан для организации связи между узлами в беспроводных сенсорных сетях ZigBee?

1. IEEE 802.15.4.
2. IEEE 802.15.1.
3. IEEE 802.11.
4. IEEE 802.19.8.

7. Какая из характеристик подходит технологии ZigBee?

1. это открытый стандарт беспроводной связи для систем сбора данных и управления, который позволяет создавать самоорганизующиеся и самовосстанавливающиеся беспроводные сети с автоматической ретрансляцией сообщений, с поддержкой батарейных и мобильных узлов;
2. это беспроводная одноранговая динамическая сеть с переменным количеством мобильных узлов с децентрализованным управлением, которая может быть развернута в ограниченном пространстве (с количеством узлов до 80);
3. сеть, которая состоит из множества беспроводного оборудования, распределенного в пространстве и предназначенного для мониторинга окружающей среды;
4. сети, которые применяют различные технологии радиодоступа, работают в нескольких частотных диапазонах, имеют многоуровневую архитектуру и используют в своей топологии различные размеры сот;

8. Сколько каналов закреплены за стандартом ZigBee, и в каких частотных диапазонах?

1. 2,4 ГГц (16 каналов), 915 МГц (10 каналов) и 868 МГц (1 канал);

2. 2,4-2,4835 ГГц (18 каналов);
3. нет верного ответа;
4. 2,4 ГГц (28 каналов), 915 МГц (12 каналов) и 868 МГц (30 канал);
9. Беспроводная сеть Bluetooth в классическом понимании – это:
 1. беспроводная одноранговая динамическая сеть с переменным количеством мобильных узлов с децентрализованным управлением, которая может быть развернута в ограниченном пространстве (с количеством узлов до 80);
 2. это стандарт беспроводной связи для систем сбора данных и управления, который позволяет создавать беспроводные сети с автоматической ретрансляцией сообщений, с поддержкой батарейных и мобильных узлов;
 3. сеть, которая применяет различные технологии радиодоступа, работает в низких частотных диапазонах, имеет многоуровневую архитектуру;
 4. проводная сеть с переменным количеством мобильных узлов, которая может быть развернута в не ограниченном пространстве (с количеством узлов до 800);
10. На каком стандарте базируется технология Bluetooth?
 1. IEEE 802.15.1.
 2. IEEE 802.15.4.
 3. IEEE 802.11.
 4. IEEE 802.19.8.
11. Для чего используется кластеризация сети?
 1. для взаимодействия огромного количества беспроводных сенсорных узлов и обеспечения передачи данных;
 2. для сбора данных и управления, позволяет создавать беспроводные сети с автоматической ретрансляцией сообщений;
 3. для вызова задержки при пересылке информации и снижение качества трафика;
 4. нет верного ответа;
12. Алгоритмы выбора головного узла в БСС?
 1. централизованные и децентрализованные;
 2. гетерогенные;
 3. гомогенные;
 4. сенсорные и беспроводные;
13. Какую функцию выполняют беспроводные сенсорные узлы?
 1. собирают информацию о наблюдаемых явлениях и передают её далее для обработки и анализа;
 2. сокращают расходы и продолжительность тестирования сетей;
 3. располагают БС относительно друг друга в зоне обслуживания сети;
 4. создают соответствующие условия окружающей среды;
14. Какую информацию собирают беспроводные сенсорные узлы?
 1. верный ответ, 2) и 3);
 2. влажности, условиях освещения и т.д.;
 3. данные о температуре, влажности, условиях освещения, сейсмической активности и т.д.;
 4. сенсорные узлы не собирают информацию;
15. Какую сеть называют гомогенной?
 1. сеть, в которой все сенсорные узлы имеют подобные измерительные и вычислительные возможности;
 2. сеть, которая применяет различные технологии радиодоступа, работает в нескольких частотных диапазонах;
 3. сеть, которая, имеет многоуровневую архитектуру и использует в своей топологии различные размеры сот;
 4. сеть, которая состоит из множества проводных линий;
16. Сенсорные узлы в соответствии с выполняемыми ими функциями сгруппированы в следующие категории:

1. головной узел кластера, базовая станция, релейный узел, типовой узел;
2. головной узел кластера, приемник связи;
3. спутниковая станция, типовой узел;
4. аппаратура засекречивания и коммутатор;
17. Основными функциями головного узла (CH) кластера в БСС является:
 1. координация группы узлов, расположенных в границах кластера, агрегация данных от членов кластера, и передача собранных или агрегированных данных на следующий узел;
 2. координирует сеть, где все агрегированные данные обрабатываются в соответствии с приложением БСС;
 3. все ответы верны;
 4. вызывает задержку при пересылке информации и снижает качество трафика;
18. Основные функции базовой станции (BS) кластера в БСС является:
 1. может быть координатором сети и / или приемным узлом, где все агрегированные данные обрабатываются в соответствии с приложением БСС и требованиями конечного пользователя;
 2. координирует группы узлов, расположенных в границах кластера;
 3. агрегирует данные от членов релейного узла, и передает собранные или агрегированные данные на следующий узел;
 4. вызывает задержку при пересылке информации и снижает качество трафика;
19. Основная функция релейного узла RN (Relay node) кластера в БСС является:
 1. передача собранных или агрегированных данных другими узлами, к месту назначения;
 2. может быть координатором сети и / или приемным узлом, где все агрегированные данные обрабатываются в соответствии с приложением БСС и требованиями конечного пользователя;
 3. располагает узлы относительно друг друга в зоне обслуживания;
 4. самостоятельно проводит измерения, выполняет начальную обработку данных;
20. Основной функцией типового узла (GN) кластера в БСС является:
 1. обеспечивают сбор данных, основанных на типе применения;
 2. самостоятельно проводит измерения, выполняет начальную обработку данных;
 3. вызывает задержку трафика в зоне обслуживания сети;
 4. нет верного ответа.
21. Выполнить расчет бюджета канала беспроводной самоорганизующейся сети
22. В чём заключается спуфинг:
 1. подделка идентификации
 2. "засорение" канала передачи данных посторонними шумами
 3. повышение мощности работы целевого узла путём вынуждения его производить дополнительные действия
 4. создание маршрутов к несуществующим узлам
23. В чём заключается схема вероятностной безопасной маршрутизации?

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

1. Технологии и платформы самоорганизующихся сетей
2. Концепция архитектуры проблемно-ориентированной самоорганизующейся сети. Концепция построения беспроводного модуля
3. Обзор беспроводных компонентов
4. Принципиальная схема беспроводного модуля
5. Спектры беспроводного модуля в режиме передачи
6. Структура программного обеспечения для БСС
7. Библиотеки управления доступом к среде

8. Обработчик прерывания
9. Формат кадра сообщения и алгоритм маршрутизации
10. Алгоритм статической маршрутизации реактивного типа
11. Алгоритм статической маршрутизации превентивного типа
12. Оптимизация адресного пространства
13. Практическая реализация превентивного алгоритма
14. Основной цикл программы беспроводного модуля
15. Программный комплекс дистанционного конфигурирования модулей сенсорной сети
16. Концепция многофакторной модели радиоканала
17. Аппаратно-программный комплекс исследования радиоканала
18. Экспериментальная оценка вероятности битовой ошибки
19. Моделирование радиоканала
20. Топология сети и постановка задачи моделирования
21. Искажения в канале связи
22. Расчёт вероятности единичной ошибки
23. Расчёт вероятности необратимого искажения кадра
24. Алгоритм расчета качества канала связи
25. Программная реализация модели сенсорной сети
26. Сегментирование измерительных данных как процедура повышения эффективности сжатия
27. Метод аппроксимации измерительных данных псевдослучайными последовательностями
28. Адаптивный алгоритм блочного сжатия телеметрических данных
29. Источники уязвимостей в беспроводных самоорганизующихся сетях.
30. Модели угроз. Пассивная атака на протокол маршрутизации, чёрная дыра, переполнение таблицы маршрутизации, спуфинг.
31. Схемы аутентификации.
32. Методы повышения безопасности. Доступность серверов через некоторое количество узлов. Схема разделения секрета. Поддержание различных путей. Обнаружение маршрутов путём передачи сообщений