

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
радиофизики

наименование кафедры, отвечающей за реализацию дисциплины



(Корчагин Ю.Э.)

подпись, расшифровка подписи

31.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.Б.13.4 – Беспроводные системы связи

1. Код и наименование направления подготовки/специальности: 03.03.03

Радиофизика

2. Профиль подготовки/специализация: Физика информационных систем и телекоммуникаций, компьютерные технологии передачи информации, информационные системы и технологии, компьютерная электроника, микроэлектроника и полупроводниковые приборы.

3. Квалификация выпускника: Бакалавр

4. Форма обучения: Очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: Радиофизики

6. Составители программы: Титов К.Д., к.ф.-м.н.

7. Рекомендована: НМС физического факультета, прот. № 5 от 31.08.2024 г.

8. Учебный год: 2027-2028 г.

Семестр(ы): 8

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины являются:

- изучение основных принципов построения телекоммуникационных систем, таких как: системы мобильной связи различных стандартов, локальных и персональных беспроводных сетей, а также системы глобальной спутниковой связи,
- формирование у студентов комплекса знаний, умений и навыков по принципам организации беспроводных сетей, алгоритмам их работы и оценке их помехоустойчивости.

Задачи учебной дисциплины:

- освоение принципов организации беспроводных сетей,
- усвоение общей классификации беспроводных сетей и хронологии их развития,
- изучение основ теории распространения радиоволн различных диапазонов для оценки дальности связи,
- владение номенклатурой современных стандартов и протоколов беспроводной передачи данных,
- формирование базовых навыков по построению беспроводных сетей в зависимости от условий и предъявляемых требований.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: Курс «Беспроводные системы связи» относится к базовой обязательной части учебного плана.

Как наука, «Беспроводные системы связи» базируется на курсах «Статистическая радиофизика» и «Радиотехнические цепи и сигналы».

Дисциплина «Беспроводные системы связи» служит теоретической основой для дальнейшей самостоятельной работы по исследованию и разработке беспроводных систем передачи, обработки и хранения информации. Знания и практические навыки, полученные в результате изучения курса «Беспроводные системы связи», используются обучаемыми при изучении естественно-научных дисциплин, а также при разработке курсовых и дипломных работ.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК-1	Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем своей профессиональной деятельности, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора	ОПК-1.1	Знает фундаментальные законы природы, основные физические, математические принципы и методы накопления, передачи и обработки информации	Знать: Фундаментальные законы природы, основные физические, математические принципы и методы накопления, передачи и обработки информации Уметь: Применять полученные знания при построении инфокоммуникационных сетей Владеть: Современным математическим аппаратом теории передачи и обработки информации
		ОПК-1.2	Применяет физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера в области инфокоммуникаций	Знать: Физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера в области инфокоммуникаций Уметь: Применять полученные знания при построении инфокоммуникационных сетей Владеть: Современным

				математическим аппаратом теории передачи и обработки информации
		ОПК-1.3	Использует знания физики и математики при решении практических задач в области инфокоммуникаций	Знать: Физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера в области инфокоммуникаций Уметь: Применять полученные знания при построении инфокоммуникационных сетей Владеть: Современным математическим аппаратом теории передачи и обработки информации
ОПК-2	Способен реализовывать новые принципы и методы исследования современных инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации	ОПК-2.2;	Использует новые принципы и методов обработки и передачи информации в современных инфокоммуникационных системах и сетях	Знать: Принципы и методы обработки и передачи информации в современных инфокоммуникационных системах и сетях Уметь: Применять полученные знания при построении инфокоммуникационных систем и сетей Владеть: Новыми принципами и методами обработки и передачи информации
ОПК-3	Способен приобретать, обрабатывать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению задач своей профессиональной деятельности	ОПК-3.1	Использует современное прикладное программное обеспечение, необходимое для решения задач профессиональной деятельности	Знать: Современное прикладное программное обеспечение Уметь: Пользоваться прикладным программным обеспечением, необходимым для решения задач профессиональной деятельности Владеть: Современными программами для решения поставленных задач
		ОПК-3.2	Проводит исследование, проектирование и эксплуатацию инфокоммуникационных систем, сетей и устройств на основе передового отечественного и зарубежного опыта	Знать: Достижения передового отечественного и зарубежного опыта Уметь: Проводить исследования, проектирование и эксплуатацию инфокоммуникационных систем, сетей и устройств опираясь на передовой отечественный и зарубежный опыт Владеть: Навыками критического сравнения собственных результатов с отечественным и зарубежным опытом

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.(в соответствии с учебным планом) — 3/108.

Форма промежуточной аттестации(зачет/экзамен) **экзамен**

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		№ семестра	№ 8	...
Аудиторные занятия			48	
в том числе: лекции			24	
практические			-	
лабораторные			24	
Самостоятельная работа			24	
Форма промежуточной аттестации (экзамен – ___ час.)			36	
Итого:			108	

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
1. Лекции			
1.1	Беспроводные сети. Общие понятия. Сигнально-кодовые конструкции, протоколы, стандарты. Часть 1	1. История развития беспроводных технологий. Основы радиосвязи. 2. Физические свойства радиоволн. Условия распространения. 3. Виды модуляции сигналов.	-
1.2	Беспроводные сети. Общие понятия. Сигнально-кодовые конструкции, протоколы, стандарты. Часть 2	1. Методы доступа к среде. Технологии расширения спектра. 2. Сетевые модели. Топологии и типы сетей. Стандарты и протоколы беспроводной связи.	-
1.3	Сотовые и транкинговые системы связи	1. Сотовые и транкинговые системы связи. Архитектура сети. 2. Классификация мобильных сетей.	-
1.4	Мобильные системы связи 2G-3G	1. Системы связи второго поколения – GSM, HSCSD, GPRS, EDGE. 2. Системы связи третьего поколения – UMTS, W-CDMA, HSPA, HSDPA, HSUPA, HSPA+.	-
1.5	Мобильные системы связи 4G-5G	1. Основные особенности сетей 4G. 2. Основные особенности сетей 5G.	-
1.6	Основы теории антенн	1. Понятие антенны. Основные характеристики. 2. Классификация антенн. Основные виды. 3. Формирование радиоволн антенной. MIMO.	-
1.7	КВ-, УКВ-радиосвязь	1. Ионосфера. 2. Тропосфера. 3. Распространение КВ и УКВ радиоволн.	-
1.8	Радио- и телевидение	1. Технологии вещания. 2. Стандарты DVB-T и DVB-T2. 3. Стандарты IEEE 802.22 (WRAN) и IEEE 802.16 (WMAN).	-
1.9	Локальные беспроводные сети	1. Основные стандарты и протоколы. 2. Структура сигнала и характеристики канала связи. 3. Практические приложения.	-
1.10	Персональные беспроводные сети	1. Основные стандарты и протоколы. 2. Структура сигнала и характеристики канала связи.	-

		3. Практические приложения.	
1.11	Сверхширокополосные системы связи	1. Определение сверхширокополосного сигнала. 2. Принципы формирования и излучения сверхширокополосных сигналов. 3. Практические приложения.	-
1.12	Системы спутниковой связи	1. Основные принципы спутниковой связи. 2. Сигнально-кодовые конструкции. 3. Характеристики приемного и передающего оборудования.	-
2. Практические занятия			
2.1	Тестирование на усвоение основ беспроводных сетей	Проведение тестирования на усвоение основ беспроводных сетей, изложенных в лекциях №1 и 2	-
2.2	Видеопрезентация	Изложение в 3-х минутном формате краткого доклада по самостоятельно выбранной теме (любой технологии беспроводной передачи данных).	-
2.3	Отчет	Самостоятельная разработка отчета (2-4 страницы) с результатами сравнительного анализа выбранной технологии с аналогичными.	-
2.4	Групповой отчет	Разработка коллективного отчета группой из 3-4 человек по сравнительному анализу устройств, функционирующих в соответствии с выбранными технологиями.	-

** заполняется, если отдельные разделы дисциплины изучаются с помощью онлайн-курса. В колонке Примечание необходимо указать название онлайн-курса или ЭУМК. В других случаях в ячейки ставятся прочерки.*

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1.1	Беспроводные сети. Общие понятия. Сигнально-кодовые конструкции, протоколы, стандарты. Часть 1.	1	5	-	2	6
1.2	Беспроводные сети. Общие понятия. Сигнально-кодовые конструкции, протоколы, стандарты. Часть 2.	1	5	-	2	6
1.3	Сотовые и транкинговые системы связи.	1	5	-	2	6
1.4	Мобильные системы связи 2G-3G.	1	5	-	2	6
1.5	Мобильные системы связи 4G-5G.	1	5	-	2	6
1.6	Основы теории антенн.	1	5	-	2	6
1.7	КВ-, УКВ-радиосвязь.	1	5	-	2	6
1.8	Радио- и телевидение.	1	5	-	2	6
1.9	Локальные беспроводные сети	1	5	-	2	6
1.10	Персональные беспроводные сети	1	5	-	2	6
1.11	Сверхширокополосные системы связи	1	5	-	2	6
1.12	Системы спутниковой связи	1	5	-	2	6
	Итого:	12	60	-	24	72

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Каждая из лекций сопровождается презентацией и списком литературы, необходимой для ознакомления. Прослушивание лекций и самостоятельная работа с литературой достаточна для успешного завершения курса. Посредством выполнения тестирования проверяется освоение базовых навыков, а посредством выполнения отчетов формируется умение работы с большими объёмами научно-технической литературы, умение формулировать мысли, а также приобретаются базовые навыки по оформлению отчетов, необходимые для успешного написания дипломной работы.

14.1. Методические указания к заданию «Видеопрезентация».

В соответствии с выбранными по желанию студентов темами необходимо сделать видеодоклад с рассказом о выбранной технологии.

Требования к заданию:

1. Задание размещается в виде одного видеофайла продолжительностью не более 3 минут. На видео должен быть студент (съёмка на веб-камеру или телефон), при необходимости дополнительно можно вывести на экран небольшую сделанную самостоятельно презентацию или вспомогательный текст/рисунки.
2. Доклад должен отражать всю суть беспроводной технологии, необходимую для понимания человека с высшим техническим образованием, но ничего не знающего об этой технологии. Прежде всего должна быть рассмотрена радиотехническая точка зрения технологии (не коммерческая, социальная или биологическая).
3. Доклад обязательно должен содержать:
 - Название технологии;
 - Её роль и место относительно других схожих технологий (это абсолютно новая технология, или она эволюционировала из аналогичной);
 - Основные отличия от "технологий-конкурентов";
 - В чем заключается суть этих новых технологий (новый метод доступа, новые виды модуляции).
4. Время, предоставляемое для выполнения задания – 2 недели.

14.2. Методические указания к заданию «Отчёт».

По выбранной ранее теме разрабатывается отчет с результатами сравнительного анализа описываемой технологии с аналогичными.

Требования к заданию:

1. Отчет должен содержать краткую справку-доклад о выбранной ранее технологии. Содержание должно быть следующим:
 - титульный лист, реферат и т.д. не делается. Документ начинается с названия "Сравнительный анализ технологии с (перечисляется названия технологий, с которыми производилось сравнение)".
 - определение технологи (1-2 предложения).
 - основные научно-технические особенности технологии (2-3 предложения).
 - сравнение с "технологиями-конкурентами" (Необходимо привести таблицу с основными характеристиками радиоаппаратуры. Например, если у выбрана технология Bluetooth 4, ее нужно сравнить с Bluetooth 3 и 5, если выбрана технология ГЛОНАСС - с GPS, Beidou, Galileo и т.д. Минимум должны быть рассмотрены 2 типопредставителя выбранной технологии).
 - типопредставители (Кратко перечислить конкретные устройства, поддерживающие выбранную технологию, привести их характеристики. По объему не более полстраницы).

- заключение (Необходимо сделать грамотный, корректный и обоснованный вывод с перечислением плюсов и минусов выбранной технологии относительно схожих).
 - в конце документа ФИО, дата, электронная подпись.
2. Объем отчета 2-4 страницы (12пт размер шрифта). Минимум - 2, максимум - 4.
 3. Отчет должен содержать один самостоятельно разработанный рисунок (занимающий не более 1/3 листа), наглядно отражающий один из наиболее значимых фактов или статистики в отчете. Например, различные виды диаграмм и гистограмм, ленточные графики, распределения, структуры систем и т.д.
 4. Отчет (в том числе рисунки, таблицы, список литературы) должен быть оформлен в соответствии с требованиями [ГОСТ 7.32](#).
 5. Обязательно должен быть приведен список литературы, содержащий 3-5 источников.
 6. Формат загружаемого файла .doc (.docx).
 5. Время, предоставляемое для выполнения задания – 1 месяц.

14.3. Методические указания к заданию «Групповой отчет».

Студенты распределяются преподавателем в группы по 3-4 человека, выбравшими схожие технологии, и формулируется общая тема для группового исследования (например: «устройства локальных сетей», «устройства спутниковых систем» и т.д.). Целью данной работы является проведение сравнительного анализа устройств, функционирующих в соответствии с уже ранее изученными технологиями, и составление отчет коллективом из 3-4 человек.

Требования к заданию:

1. Отчет (в том числе рисунки, таблицы, список литературы) должен быть оформлен в соответствии с требованиями [ГОСТ 7.32](#). Первый лист - **титульный**, на котором перечисляется авторский коллектив. Напротив каждой фамилии должна быть указана персональная роль в работе (например: *"Титов К.Д. - в части поиска характеристик средств передачи данных, оформление сводной таблицы и списка литературы"*). Весь объем выполненной работы должен быть расписан по персоналиям. Из числа коллектива собственным решением студенты должны выбрать ответственного исполнителя. Его задача - координировать работу, распределять задачи, следить за сроками их выполнения, общее редактирование отчета, а также часть работы по самому отчету. Ответственность за представленный отчет лежит прежде всего на ответственном исполнителе, т.к. он определяет пути направления исследования и осуществляет финальное редактирование документа. Среди списка фамилий на титульном листе должно быть указано кто являлся ответственным исполнителем (например: *"Титов К.Д. (отв.) - организация работы, общее редактирование, поиск характеристик устройств стандарта IEEE 802.11ax, написание заключения"*). На титульном листе также указывается название работы "Сравнительный анализ устройств стандартов (или функционирующих с поддержкой технологий) и рекомендации по повышению эффективности их функционирования". На заключительном листе ответственный исполнитель даёт краткую (1-3 предложения) характеристику каждому из исполнителей (например: *"С поставленными задачами справился добросовестно и в срок" или "Поставленные задачи не были выполнены в срок и выполнялись Ивановым И.И. и Петровым П.П."*).
2. Отчет состоит из двух частей: статистической и рекомендательной. **Статистическая часть** должна содержать:

- введение, которое должно содержать постановку задачи и пояснение актуальности (не более полстраницы).
 - перечисление *групп* рассматриваемых устройств. (Поскольку характеристики конкретных устройств в существенной степени будут зависеть от типа/категории/класса устройств необходимо разделить их по *группам*. Например, если рассматриваются стандарты Wi-Fi, то необходимо перечислить типы устройств, которые поддерживают эти стандарты, это могут быть - роутеры, точки доступа, смартфоны, адаптеры, радиомосты и т.д.). Дальнейшее рассмотрение целесообразно вести в соответствии с введенными *группами* (не более полстраницы).
 - основные характеристики радиоаппаратуры (диапазоны частот, мощности, дальности действия, цена и т.д.) устройств (одна или несколько таблиц с приведенными основными характеристиками устройств по каждой из *групп*). Таблицы допускается оформлять шрифтом до 8 пт. Чем больше типопредставителей и больше важных характеристик приведено, тем полноценнее и объективнее анализ. Типопредставителей каждой из *групп* должно быть рассмотрено от 5 до 20. Как правило характеристики устройств определяются ценой, поэтому целесообразно рассматривать из всего ценового диапазона, а не только дорогие или дешевые.
 - вывод по каждой из *групп*, содержащий результаты сравнительного анализа, рассмотрением положительных и отрицательных устройств, выбором оптимального по всем рассмотренным характеристикам устройства.
 - интегральный вывод по результатам сравнительного анализа с иллюстративным сопровождением (не более 1 листа), разработанным самостоятельно, наглядно отражающим результаты сравнения по наиболее важным параметрам, цене, распространенности каждой из *групп* устройств и в целом (диаграммы, графики).
3. На основе проведенного анализа необходимо сформулировать рекомендации по улучшению характеристик устройств (**рекомендательная часть**). К основным характеристикам устройств беспроводной передачи данных относятся: радиус действия, энергопотребление (для мобильных устройств), массогабаритные характеристики, скорость передачи данных и т.д. Задача студентов рассмотреть способы и/или привести примеры устройств и технологий, с помощью которых возможно улучшить характеристики рассматриваемых устройств.
 4. Глобальный вывод ко всей работе, содержащий перечисление объема выполненных работ (например, рассмотрено более устройств поддерживающих технологию ..., введена классификация из *групп*). Рассмотренные устройства обеспечивают *такие-то* характеристики. Улучшить их можно путем использования *таких-то* дополнительных устройств, *таких-то* технологий.
 5. Обязательно должен быть приведен список литературы, содержащий 5-10 источников.
 6. Формат загружаемого файла .doc (.docx).
 7. Объем отчета 10-15 страниц. Минимум - 10, максимум - 15.
 8. Отчёт загружается каждым членом группы.
 6. Время, предоставляемое для выполнения задания – 2 месяца.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Б. Скляр. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. 2007.
2	Дж. Прокис. Цифровая связь. 2000.
3	М.П. Долуханов. Распространение радиоволн. 1972.
4	И.С. Гоноровский. Радиотехнические цепи и сигналы. 1986.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	В.П. Дворкович, А.В. Дворкович. Цифровые видеоинформационные системы. 2012.
2	И. Шахнович. Современные технологии беспроводной связи. 2006.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
1.	https://www.3gpp.org/
2.	https://standards.ieee.org/
3.	

* Вначале указываются ЭБС, с которыми имеются договора у ВГУ, затем открытые электронно-образовательные ресурсы, онлайн-курсы, ЭУМК

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных), курсовых работ и др.)

№ п/п	Источник

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

Все лекции проводятся в режиме семинаров с активным привлечением студентов к диалогу. После изложения основ курса моделируются практические задачи и предлагаются к решению студентами.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Беспроводные сети. Общие понятия. Сигнально-кодовые конструкции, протоколы, стандарты. Часть 1.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.2, ОПК-3.1, ОПК-3.2	Знать: Базовые стандарты беспроводных сетей передачи данных, используемые в них сигнально-кодовые конструкции и характеристики оборудования Уметь: Проектировать беспроводные сети опираясь на знания о характеристиках и условиях применения устройств известных стандартов Владеть: Номенклатурой стандартов и протоколов, навыками моделирования и

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
				программирования систем и средств беспроводной передачи данных
2.	Беспроводные сети. Общие понятия. Сигнально-кодовые конструкции, протоколы, стандарты. Часть 2.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.2, ОПК-3.1, ОПК-3.2	Знать: Базовые стандарты беспроводных сетей передачи данных, используемые в них сигнально-кодовые конструкции и характеристики оборудования Уметь: Проектировать беспроводные сети опираясь на знания о характеристиках и условиях применения устройств известных стандартов Владеть: Номенклатурой стандартов и протоколов, навыками моделирования и программирования систем и средств беспроводной передачи данных
3.	Сотовые и транкинговые системы связи.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.2, ОПК-3.1, ОПК-3.2	Знать: Базовые стандарты сотовых и транкинговых сетей передачи данных, используемые в них сигнально-кодовые конструкции и характеристики оборудования Уметь: Проектировать сотовые и транкинговые сети опираясь на знания о характеристиках и условиях применения устройств известных стандартов Владеть: Номенклатурой стандартов и протоколов, навыками моделирования и программирования сотовых и транкинговых систем и средств беспроводной передачи данных
4.	Мобильные системы связи 2G-3G.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.2, ОПК-3.1, ОПК-3.2	Знать: Базовые стандарты мобильных сетей передачи данных 2 и 3 поколений, используемые в них сигнально-кодовые конструкции и характеристики оборудования Уметь: Проектировать мобильные сети передачи данных 2 и 3 поколений опираясь на знания о характеристиках и условиях применения устройств известных стандартов Владеть: Номенклатурой стандартов и протоколов, навыками моделирования и программирования мобильных сетей передачи данных 2 и 3 поколений
5.	Мобильные системы связи 4G-5G.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.2, ОПК-3.1, ОПК-3.2	Знать: Базовые стандарты мобильных сетей передачи данных 4 и 5 поколений, используемые в них сигнально-кодовые конструкции и характеристики оборудования Уметь: Проектировать мобильные сети передачи данных 4 и 5 поколений опираясь на знания о характеристиках и условиях применения устройств известных стандартов Владеть: Номенклатурой стандартов и протоколов, навыками моделирования и программирования мобильных сетей передачи данных 4 и 5 поколений
6.	Основы теории антенн.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.2, ОПК-3.1, ОПК-3.2	Знать: Основные виды антенн и их характеристики Уметь: Рассчитывать дальность радиосвязи в зависимости от типа антенны и оценивать параметры антенны Владеть: Навыками расчета основных антенных характеристик
7.	КВ-, УКВ-радиосвязь.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.2, ОПК-3.1, ОПК-3.2	Знать: Базовые принципы распространения радиоволн КВ и УКВ диапазонов Уметь: Рассчитывать дальность радиосвязи в зависимости от частоты несущего колебания Владеть: Математическим аппаратом по оценке дальности радиосвязи
8.	Радио- и телевидение.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.2, ОПК-3.1, ОПК-3.2	Знать: Базовые стандарты теле- и радиовещания, используемые в них сигнально-кодовые конструкции и характеристики оборудования Уметь: Проектировать беспроводные сети опираясь на знания о характеристиках и условиях применения устройств известных стандартов Владеть: Номенклатурой стандартов и протоколов, навыками моделирования и

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
				программирования систем и средств беспроводной передачи данных
9.	Локальные беспроводные сети	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.2, ОПК-3.1, ОПК-3.2	<p>Знать: Базовые стандарты беспроводных локальных сетей передачи данных, используемые в них сигнально-кодовые конструкции и характеристики оборудования</p> <p>Уметь: Проектировать беспроводные локальные сети опираясь на знания о характеристиках и условиях применения устройств известных стандартов</p> <p>Владеть: Номенклатурой стандартов и протоколов, навыками моделирования и программирования систем и средств беспроводной передачи данных</p>
10.	Персональные беспроводные сети	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.2, ОПК-3.1, ОПК-3.2	<p>Знать: Базовые стандарты беспроводных персональных сетей передачи данных, используемые в них сигнально-кодовые конструкции и характеристики оборудования</p> <p>Уметь: Проектировать беспроводные персональные сети опираясь на знания о характеристиках и условиях применения устройств известных стандартов</p> <p>Владеть: Номенклатурой стандартов и протоколов, навыками моделирования и программирования систем и средств беспроводной передачи данных</p>
11.	Сверхширокополосные системы связи	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.2, ОПК-3.1, ОПК-3.2	<p>Знать: Базовые стандарты беспроводных сверхширокополосных сетей передачи данных, используемые в них сигнально-кодовые конструкции и характеристики оборудования</p> <p>Уметь: Проектировать беспроводные сверхширокополосные сети опираясь на знания о характеристиках и условиях применения устройств известных стандартов</p> <p>Владеть: Номенклатурой стандартов и протоколов, навыками моделирования и программирования систем и средств беспроводной передачи данных</p>
12.	Системы спутниковой связи	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.2, ОПК-3.1, ОПК-3.2	<p>Знать: Базовые стандарты спутниковых беспроводных сетей передачи данных, используемые в них сигнально-кодовые конструкции и характеристики оборудования</p> <p>Уметь: Проектировать спутниковые сети опираясь на знания о характеристиках и условиях применения устройств известных стандартов</p> <p>Владеть: Номенклатурой стандартов и протоколов, навыками моделирования и программирования систем и средств беспроводной передачи данных</p>
<p>Промежуточная аттестация. Контроль выполнения практических заданий. Собеседование по билетам к экзамену. Итоговая форма контроля – экзамен.</p>				<p>Промежуточная аттестация. Успешное выполнение практических заданий:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Проведение тестирования на усвоение основ беспроводных сетей, изложенных в лекциях №1 и 2 2. Изложение в 3-х минутном формате краткого доклада по самостоятельно выбранной теме (любой технологии беспроводной передачи данных) 3. Самостоятельная разработка отчета (2-4 страницы) с результатами сравнительного анализа выбранной технологии с аналогичными. 4. Разработка коллективного отчета группой из 3-4 человек по сравнительному анализу устройств, функционирующих в соответствии с выбранными технологиями. <p>Итоговая аттестация. Собеседование на предмет понимания и усвоения материалов курса по билетам к экзамену.</p>

20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Практическая работа (самостоятельная), контроль посещаемости

Описание технологии проведения

Контроль посещаемости и представления в срок материалов практических заданий

Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания

Посещаемость выше 80% (относительно общего количества лекций), представление практических заданий в срок

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Контроль выполнения практических заданий. Собеседование по билетам к экзамену.

Описание технологии проведения

Собеседование на предмет понимания и усвоения материалов курса

Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Материал изучен полностью, продемонстрирована возможность применения полученных знаний при ответе на сложные вопросы, требующие глубокого понимания материала	Повышенный уровень	Отлично
В основном программа изучена, есть трудности в применении знаний при решении некоторых задач	Базовый уровень	Хорошо
Основные понятия курса изучены, однако, отсутствует понимание материала	Пороговый уровень	Удовлетворительно
Материал либо полностью не изучен, либо есть разделы, в которых студент полностью не разбирается	–	Неудовлетворительно

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Направление 03.03.03 Радиофизика

Дисциплина Б1.Б.13.4 Беспроводные системы связи

Профили подготовки Радиофизика и электроника

Форма обучения очная

Учебный год 2027/2028

Ответственный исполнитель

Зав кафедрой радиофизики
должность, подразделение



подпись

(Ю.Э. Корчагин) 31.08. 2024 г.
расшифровка подписи

Исполнители

Исполнители
Доц. каф. радиофизики
должность, подразделение



(К.Д. Титов) 31.08. 2024 г.
расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО

Куратор ООП по направлению/специальности



подпись

(Ю.Э. Корчагин) 31.08. 2024 г.
расшифровка подписи

Начальник отдела обслуживания ЗНБ



подпись

(Н.В. Белодедова) 31.08. 2024 г.
расшифровка подписи

Программа рекомендована НМС физического факультета
(наименование факультета, структурного подразделения)
протокол № 5 от 31.08.2024 г.