

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой радиофизики



подпись,

(Ю.Э. Корчагин)
расшифровка подписи
31. 08. 2018 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.02 Обработка информации в цифровых системах
беспроводной связи

1. Код и наименование направления подготовки/специальности: 03.04.03

Радиофизика

2. Профили подготовки: Компьютерные методы обработки радиофизической информации, статистическая радиофизика

3. Квалификация (степень) выпускника: магистр

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: кафедра радиофизики

6. Составители программы: Прибытков Юрий Николаевич, к.ф.-м.н., доцент

7. Рекомендована кафедрой радиофизики, протокол № 1 от 31.08.2018 г.

отметки о продлении вносятся вручную)

8. Учебный год: 2018/2019

Семестр: 1

9. Цели и задачи учебной дисциплины: Формирование у студентов комплекса знаний по основам обработки информации и сигналов в цифровых системах беспроводной связи. Ознакомление с методами анализа пропускной способности и помехоустойчивости беспроводных цифровых систем связи.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: дисциплина по выбору вариативной части учебного плана

Дисциплина опирается на курсы: Оптимальные методы приема сигналов, Основы передачи данных в телекоммуникационных системах.

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

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОПК-3	Способность к свободному владению знаниями фундаментальных разделов физики и радиофизики, необходимых для решения научно-исследовательских задач	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Основные методы синтеза и анализа алгоритмов оценки параметров сигналов цифровых беспроводных систем связи; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Разрабатывать оптимальные и квазиоптимальные алгоритмы оценки информационных параметров цифровых беспроводных систем связи; <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Новейшими методами повышения спектральной эффективности беспроводных систем связи;
ПК-1	Способность использовать в своей научно-исследовательской деятельности знание современных проблем и новейших достижений физики и радиофизики	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ключевые выводы теории информации в части пропускной способности и кодирования; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Оценивать помехоустойчивость линейных методов модуляции; <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Методами анализа помехоустойчивости цифровых систем передачи информации;
ПК-2	способность самостоятельно ставить научные задачи в области физики и радиофизики и решать их с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Этапы и основные принципы обработки сигналов в цифровых беспроводных системах связи <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Разрабатывать алгоритмы демодуляции основных сигналов современных цифровых беспроводных систем связи <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Методами анализа пропускной способности цифровых цифровых беспроводных систем связи

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час 3/108.

Форма промежуточной аттестации *зачёт*.

13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)			
	Всего	По семестрам		
		3		
Аудиторные занятия	24	24		
в том числе: лекции	12	12		
практические	12	12		
лабораторные				
Самостоятельная работа	84	84		
Подгот.				
Итого:	108	108		
	зачет	зачет		

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Лекции		
1.1	Основные принципы и этапы преобразования информации в цифровых системах связи	Сообщения, сигналы, канал связи, обобщенная структура системы цифровой связи Основные этапы обработки сигналов в беспроводных системах передачи информации.
1.2	Основные понятия теории информации	Определение информации. Количество информации. Энтропия. Теоремы кодирования
1.3	Помехоустойчивое кодирование	Блочное кодирование с обнаружением и исправлением ошибок. Перемежение. Сверточное кодирование и декодирование. Алгоритм Витерби. Системы запроса на повторную передачу
1.4	Цифровая модуляция.	Модуляция в современных цифровых системах передачи информации. Спектральная эффективность. Демодуляция. Оптимальный приемник. Ошибки оценки информационных символов. Помехоустойчивость различных видов цифровой модуляции. Многоканальные системы цифровой связи. Мультиплексирование каналов с минимальным частотным сдвигом (OFDM). Оптимальный приемник сигнала OFDM.
2. Практические занятия		
1.1	Основные принципы и этапы преобразования информации в цифровых системах связи	История появления и развития беспроводных цифровых систем передачи информации. Классификация беспроводных систем передачи информации, преимущества цифровых систем. Поколения сотовых систем связи.
1.2	Основные понятия теории информации	Расчет энтропии различных источников информации. Код Хаффмена. Пропускная способность канала связи. Беспроводные каналы связи. Помехи в беспроводных каналах связи. Многолучевость и замирения в каналах связи.
1.3	Помехоустойчивое кодирование	Мягкие и жесткие решения, кодер 1/2. Кодеры, применяемые в системах WiMax, LTE, WiFi.
1.4	Цифровая модуляция.	Цифровая модуляция в системах связи, TETRA DMO/TMO, DMR, APCO, GSM, EDGE, HSPA+, 4G LTE, WiMax, LoRa, IEEE 802.11b, IEEE 802.11a,g, IEEE 802.11n, Home RF, IEEE 802.15.3, Bluetooth,
3. Лабораторные работы не предусмотрены		

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Основные принципы и этапы преобразования	2	2		8	16

	информации в цифровых системах связи					
2	Основные понятия теории информации.	2	2		24	28
3	Помехоустойчивое кодирование	2	2		24	28
4	Цифровая модуляция	6	6		32	44
Итого:		12	12		84	108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

В рамках спецкурса студентам предстоит провести обзор современных цифровых систем передачи информации и проанализировать направления их развития. Основное внимание необходимо уделить рассмотрению беспроводных систем передачи информации, таких как сотовая связь, сети широкополосного доступа и обмена данными. В качестве примера последних, можно назвать сети локальные сети WiFi, сети регионального масштаба WiMax, персональные сети, построенные на базе Bluetooth. В рамках спецкурса студентам необходимо

- проанализировать причины бурного развития цифровых систем передачи информации
- усвоить понятие информации с математической точки зрения и изучить ее свойства
- рассмотреть свойства каналов связи и методы борьбы с помехами и искажениями
- проанализировать архитектуру цифровой системы передачи информации и рассмотреть основные этапы обработки сигналов и информации в цифровых системах.
- провести обзор цифровых систем связи на основе изучения современных стандартов связи.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Б. Скляр "Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение". Изд.2-е, испр.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2003. – 1104с.
2	В.М. Вишневский, А.И. Ляхов, С.Л. Портной, И.В. Шахнович "Широкополосные беспроводные сети передачи информации". М.: Техносфера. 2005 – 592с.
3	Дж. Прокис "цифровая связь". Пер с англ./ Под ред. Д.Д. Кловского. – М.: Радио и связь. 2000. – 800 с.
4	К. Феер "Беспроводная цифровая связь. Методы модуляции и расширения спектра". Пер. с англ. / Под. Ред. В.И. Журавлева. – М.: Радио и связь, 2000. – 520с.
5	Л.М. Финк "теория передачи дискретных сообщений". Изд.2-е. переработанное, дополненное. – М: Сов. Радио, 1970. – 728с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Е.А. Громаков "Стандарты и системы подвижной радиосвязи". М.: Эко-трендз. – 1998. – 240с.
2	Ю.М. Горностаев, Л.М. Невдяев "Новые стандарты широкополосной радиосвязи на базе технологии W-CDMA". М.: Совместное издание Международного центра научной и технической информации и ИТЦ "Мобильные коммуникации". – 1999.- 166с.
3	Lee, Jhong S. "CDMA systems engineering handbook". Boston, London: Artech House. - 1998. – 1228p.
4	Microwave Mobile communications/ Edited by W. C. Jakes. New York: IEEE Press. - 1994. – 642p.
5	van Nee, Richard "OFDM for wireless multimedia communications". Boston, London: Artech House. - 2000. – 261p.
6	BLUETOOTH SPECIFICATION Version 2.1 + EDR [vol 0].
7	ANSI/IEEE Std 802.11, 1999 Edition "Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications"

IEEE Std 802.16™-2004 "IEEE Standard for Local and metropolitan area networks. Part 16: Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems"
--

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
	Электронная библиотека Зональной научной библиотеки Воронежского госуниверситета : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/zgate?Init+elib.xml,simple_elib.xsl+rus
	Электронно-библиотечная система "Издательство "Лань" : https://e.lanbook.com/
	Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека" : https://biblioclub.ru/
	Электронно-библиотечная система "Mylibrary" : http://lib.mylibrary.com/

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

№ п/п	Источник

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

Для работы требуются ПК с установленным программным обеспечением:

- ОС Windows или Linux
- Пакет программ SciLab или MatLab.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная лаборатория кафедры.
Персональные компьютеры, проектор.

19. Фонд оценочных средств:

19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ОПК-3 Способность к свободному владению знаниями фундаментальных разделов физики и радиофизики, необходимых для решения научно-исследовательских задач	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Основные методы синтеза и анализа алгоритмов оценки параметров сигналов цифровых беспроводных систем связи 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Основные принципы и этапы преобразования информации в цифровых системах связи 2. Основные понятия теории информации. 3. Помехоустойчивое кодирование. 4. Цифровая модуляция. 	Текущий кон-троль - собеседование. Вопросы по разделам 1-4
	<p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Разрабатывать оптимальные и квазиоптимальные 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Основные принципы и этапы преобразования информации в цифровых системах связи 	Текущий кон-троль - собеседование.

	<p>алгоритмы оценки информационных параметров цифровых беспроводных систем связи</p>	<ol style="list-style-type: none"> 2. Основные понятия теории информации. 3. Помехоустойчивое кодирование. 4. Цифровая модуляция. 	<p>Вопросы по разделам 1-4</p>
	<p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Новейшими методами повышения спектральной эффективности беспроводных систем связи 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Основные принципы и этапы преобразования информации в цифровых системах связи 2. Основные понятия теории информации. 3. Помехоустойчивое кодирование. 4. Цифровая модуляция. 	<p>Текущий кон-троль - собеседование. Вопросы по разделам 1-4</p>
<p>ПК-1 Способность использовать в своей научно-исследовательской деятельности знание современных проблем и новейших достижений физики и радиофизики</p>	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ключевые выводы теории информации в части пропускной способности и кодирования. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Основные принципы и этапы преобразования информации в цифровых системах связи 2. Основные понятия теории информации. 3. Помехоустойчивое кодирование. 4. Цифровая модуляция. 	<p>Текущий кон-троль - собеседование. Вопросы по разделам 1-4</p>
	<p>уметь:</p> <p>Оценивать помехоустойчивость линейных методов модуляции;</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Основные принципы и этапы преобразования информации в цифровых системах связи 2. Основные понятия теории информации. 3. Помехоустойчивое кодирование. 4. Цифровая модуляция. 	<p>Текущий кон-троль - собеседование. Вопросы по разделам 1-4</p>
	<p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Методами анализа помехоустойчивости цифровых систем передачи информации; 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Основные принципы и этапы преобразования информации в цифровых системах связи 2. Основные понятия теории информации. 3. Помехоустойчивое кодирование. 4. Цифровая модуляция. 	<p>Текущий кон-троль - собеседование. Вопросы по разделам 1-4</p>
<p>ПК-2 Способность самостоятельно ставить научные задачи в области физики и радиофизики и решать их с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта</p>	<p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Разрабатывать алгоритмы демодуляции основных сигналов современных цифровых беспроводных систем связи 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Основные принципы и этапы преобразования информации в цифровых системах связи 2. Основные понятия теории информации. 3. Помехоустойчивое кодирование. 4. Цифровая модуляция. 	<p>Текущий кон-троль - собеседование. Вопросы по разделам 1-4</p>
	<p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Методами анализа пропускной 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Основные принципы и этапы преобразования информации в 	<p>Текущий кон-троль - собеседование.</p>

	способности цифровых цифровых беспроводных систем связи	цифровых системах связи 2. Основные понятия теории информации. 3. Помехоустойчивое кодирование. 4. Цифровая модуляция.	Вопросы по разделам 1-4
Промежуточная аттестация			КИМ

19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Пример:

Для оценивания результатов обучения на экзамене/зачете используются следующие показатели:

- 1) знание учебного материала и владение понятийным аппаратом;
- 2) умение связывать теорию с практикой;
- 3) умение иллюстрировать ответ примерами, фактами;

Для оценивания результатов обучения на зачете используется 2-х бальная шкала – зачтено, не зачтено

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Полный ответ на два произвольно выбранных вопроса из комплекта вопросов или незначительные погрешности в ответе, не указывающие на отсутствие общего понимания существа предмета. Обучающийся владеет понятийным аппаратом в данной области науки, теоретическими основами дисциплины, способен к решению типовых задач, дает правильные ответы на дополнительные вопросы, однако возможно допускает ошибки при отклонении вопроса от стандартного.	<i>Базовый уровень</i>	<i>Зачтено</i>
Отсутствие ответа (или ответ со значительными погрешностями) на один или оба произвольно выбранных вопроса из комплекта вопросов. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания или отсутствие знаний по теме предмета, допускает грубые ошибки при ответах на простые вопросы, не умеет решать даже типовые задачи..	–	<i>Не зачтено</i>

19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

19.3.1 Перечень вопросов к зачету:

1. Определение информации
2. Сообщения, сигналы, канал связи, обобщенная структура системы связи
3. Количество информации в сообщении. Энтропия
4. Свойства энтропии
5. Уровни эталонной модели взаимодействия открытых систем OSI
6. Беспроводные каналы связи
7. Основные характеристики каналов связи

8. Помехи в в каналах связи: тепловой шум
9. Основные модели затухания для беспроводных каналов связи
10. Пропускная способность канала.
11. Кодирование сигнала. Линейные блочные коды
12. Кодирование сигнала. Сверточные коды
13. Декодирование сверточных кодов. Алгоритм Витерби.
14. Перемежение
15. Виды фазовой модуляции, применяемой в современных системах цифровой передачи информации
16. Квадратурная амплитудная модуляция
17. Спектральная эффективность линейных методов цифровой модуляции
18. Модуляция с непрерывной фазой. Спектральная эффективность.
19. Демодуляция линейных видов цифровой модуляции. Структура оптимального приемника.
20. Помехоустойчивость линейных видов модуляции.
21. Временное, частотное, кодовое разделение каналов.
22. Мультиплексирование с ортогональным частотным делением каналов
23. Автоматический запрос на повторную передачу

19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме устного опроса. Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и оценить степень сформированности умений и навыков. При оценивании используются качественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Направление 03.04.03 Радиофизика

Б1.В.ДВ.2.1 Обработка информации в цифровых системах беспроводной связи
Магистерская программа Компьютерные методы обработки радиофизической информации

Форма обучения очная

Учебный год 2018/2019

Ответственный исполнитель

Зав кафедрой радиофизики
должность, подразделение


_____ *подпись*

(Ю.Э. Корчагин) 31.08. 2018 г.
расшифровка подписи

Исполнители


Профессор кафедры радиофизики
должность, подразделение


_____ *подпись*

(Ю.Э. Корчагин) 31.08. 2018 г.
расшифровка подписи


СОГЛАСОВАНО

Куратор ООП по направлению/специальности


_____ *подпись*

(Ю.Э. Корчагин) 31.08. 2018 г.
расшифровка подписи

Начальник отдела обслуживания ЗНБ


_____ *подпись*

(Н.В. Белодедова) 31.08. 2018 г.
расшифровка подписи

Программа рекомендована НМС физического факультета
(*наименование факультета, структурного подразделения*)
протокол № 6 от 28.06.2018 г.