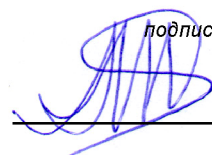


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВПО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой *радиофизики*  
наименование кафедры, отвечающей за реализацию дисциплины  
(Трифонов А.П.)



подпись, расшифровка подписи

04.07. 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ОД.1. Радиофизические каналы передачи информации**

1. Шифр и наименование направления подготовки: 03.04.03 Радиофизика
2. Профиль подготовки: Статистическая радиофизика
3. Квалификация (степень) выпускника: магистр
4. Форма обучения: очная
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: кафедра радиофизики
6. Составители программы: Захаров Александр Викторович, к.ф.м.н., доцент
7. Рекомендована: заседанием кафедры радиофизики, прот. №7 от 08.06.2015 г.
8. Учебный год: 2015/2016 Семестр(ы): 1
9. Цели и задачи учебной дисциплины

Цель дисциплины состоит:

- изучение физических характеристик радиоканалов передачи информации, используемых в современных системах телекоммуникаций;
- изучение математических моделей радиоканалов передачи информации, а также преобразований сигналов в радиоканалах на основе этих моделей.

Задачи преподавания дисциплины :

- классификация радиоканалов передачи информации, используемых в современных системах телекоммуникаций;
- изучение физических процессов, происходящих при прохождении радиосигналов по каналам передачи информации,
- знакомство с физическими характеристиками реальных радиоканалов, используемых для передачи информации в системах телекоммуникаций;
- изучение особенностей преобразования сигналов в различных радиоканалах передачи информации;

- выяснение требований к аппаратуре системы передачи информации в зависимости от вида используемого канала;
- классификация и содержание математических моделей радиоканалов передачи информации, используемых в современных системах телекоммуникаций;
- изучение методов описания каналов передачи информации на основе математического аппарата системных функций;
- выяснение закономерностей и особенностей преобразования сигналов в радиоканалах на основе выбранных моделей каналов передачи информации и с учетом ограничений на параметры сигналов и на характеристики канала;
- овладение методами измерения частотных и временных характеристик радиоканалов передачи информации, а также методами расчета характеристик выходных сигналов.

## **10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:**

**Цикл, к которому относится дисциплина.**

Обязательная дисциплина. Вариативная часть.

**Требования к входным знаниям, умениям и компетенциям:**

Студенты должны **знать**:

- основы теории вероятностей и математической статистики,
- теоретические основы радиотехники,
- основы теории электрических цепей и сигналов,
- основы теории излучения, распространения и рассеяния радиоволн.

Студенты должны **уметь**:

- применять знания, полученные при освоении базовых дисциплин, к новым дисциплинам и областям знания;
- владеть компьютером и современным программным обеспечением на уровне опытного пользователя;
- приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии, в том числе Интернет;

Студенты должны **владеть** компетенциями:

- способностью к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности;
- способностью самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии;
- способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности;
- способностью понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования
- владением компьютером на уровне опытного пользователя, применению информационных технологий.

**Данная дисциплина является предшествующей для дисциплин:**

Б1.В.ОД.6. Синтез и анализ систем обнаружения сигналов и оценок их неизвестных параметров;

Б1.В.ОД.5, Б1.В.ОД.9. Теоретические основы оптической связи и локации;

Б1.В.ДВ.5.1. Помехоустойчивость информационных систем;

Б1.В.ДВ.5.2. Оптимальные методы приёма сигналов;

Б1.В.ОД.8. Статистическая теория различения сигналов.

## **11. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:**

ПК-1 - способностью использовать в своей научно-исследовательской деятельности знание современных проблем и новейших достижений физики и радиофизики;

Согласно этой компетенции студенты *должны знать*:

- современные проблемы, стоящие перед теорией и практикой каналов передачи информации в системах телекоммуникаций, решение которых актуально в настоящее время;
- новейшие достижения и открытия в области теории и техники каналов передачи информации, в том числе новые каналы передачи информации, позволяющие повысить эффективность систем телекоммуникаций.

Студенты *должны уметь*:

- использовать в своей научно-исследовательской деятельности знание современных проблем теории и практики каналов передачи информации;
- применять в научно-исследовательской деятельности новейшие достижения и открытия в области теории и практики каналов передачи информации, в том числе новые виды и модели каналов передачи информации, новые методы применения каналов и их моделей для повышения эффективности систем телекоммуникаций, а также новую радиоэлектронную и оптическую аппаратуру каналов телекоммуникаций.

Студенты *должны владеть*:

- методами постановки научно-исследовательских задач с учетом современных проблем теории и практики каналов передачи информации;
- способностью использовать знания о новейших достижениях и открытиях в области теории и практики каналов передачи информации в научно-исследовательской деятельности;
- способностью использовать знания о современных проблемах теории и практики каналов передачи информации в научно-исследовательской деятельности;
- методами решения научно-исследовательских задач с использованием новейших достижений теории и практики каналов передачи информации.

ПК-2 - способностью самостоятельно ставить научные задачи в области физики и радиофизики и решать их с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта.

Согласно этой компетенции студенты *должны знать*:

- новейшие задачи теории и техники каналов передачи информации в системах телекоммуникаций, которые требуют своего решения в настоящее время;
- возможности новой радиоэлектронной и оптической аппаратуры каналов передачи информации, а также новейший опыт её применения в каналах передачи информации систем телекоммуникаций.
- новейший отечественный и зарубежный опыт применения различных каналов передачи информации в системах телекоммуникаций.

Студенты *должны уметь*:

- самостоятельно ставить новые научные задачи в области теории и техники каналов передачи информации, решение которых актуально в настоящее время;

- грамотно использовать современное оборудование каналов передачи информации и новейший отечественный и зарубежный опыт его применения при решении поставленных научных задач;

- самостоятельно решать поставленные научные задачи в области теории и практики каналов передачи информации с использованием современного телекоммуникационного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта применения каналов передачи информации.

Студенты *должны владеть*:

- способностью постановки научно-исследовательских задач с учетом современных проблем и достижений теории и техники каналов передачи информации;

- способностью решения научно-исследовательских задач с использованием современного телекоммуникационного оборудования каналов передачи информации;

- способностью решения научно-исследовательских задач с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта применения каналов передачи информации в системах телекоммуникаций.

ОПК-3 - способностью к свободному владению знаниями фундаментальных разделов физики и радиоп физики, необходимых для решения научно-исследовательских задач;

Согласно этой компетенции студенты *должны знать*:

основные положения фундаментальных разделов теории каналов передачи информации, необходимых для решения научно-исследовательских задач, в том числе,

- основные виды каналов передачи информации, используемых в современных системах телекоммуникаций;

- физические процессы, происходящие в радиоканалах передачи информации при прохождении информационных сигналов,

- физические характеристики реальных каналов передачи информации, используемых в системах телекоммуникаций;

- особенности действия различных каналов на передаваемые сигналы.;

- методы описания каналов передачи информации на основе математического аппарата системных функций;

- классификацию и содержание математических моделей каналов передачи информации, используемых при синтезе и анализе систем телекоммуникаций;

- законы преобразования радиосигналов между входом и выходом радиоканала в соответствии с выбранной моделью канала;

- детерминированные и статистические характеристики сигналов на выходе каналов в соответствии с выбранной моделью канала;

- влияние параметров канала и передаваемого сигнала на выбор модели канала;

Студенты *должны уметь*:

- получать знания фундаментальных разделов теории каналов передачи информации, используя библиографические источники, а также современные образовательные и информационные технологии;

- выделять и систематизировать необходимые элементы знания фундаментальных разделов теории каналов передачи информации, предназначенные для решения конкретных научно-исследовательских задач;

- использовать полученные знания фундаментальных разделов теории каналов передачи информации для решения научно-исследовательских задач.

Студенты *должны владеть*:

- научно-технической терминологией в области фундаментальных разделов теории передачи, получения и обработки информации и, в частности, теории каналов переда-

чи информации;

- методами поиска знаний фундаментальных разделов теории каналов передачи информации с использованием библиографических источников, а также современных образовательных и информационных технологий;

- методами выделения и систематизации знаний фундаментальных разделов теории каналов передачи информации, необходимых для решения поставленных научно-исследовательских задач;

- навыками применения знания фундаментальных разделов теории каналов передачи информации для решения научно-исследовательских задач.

## 12. Структура и содержание учебной дисциплины:

### 12.1 Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом — 3 /108

### 12.2 Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)					
	Всего	В том числе в интерактивной форме	По семестрам			
			1 сем.	2 сем.	3 сем.	4 сем.
Аудиторные занятия	28		28	-	-	-
в том числе:						
лекции	14		14	-	-	-
практические	14		14	-	-	-
лабораторные	-		-	-	-	-
КСР	-		-	-	-	-
Самостоятельная работа	44		44	-	-	-
Контроль	36		36	-	-	-
Итого:	108		108	-	-	-
Форма промежуточной аттестации			Экз.	-	-	-

### 12.3. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1.	Понятие радиофизического канала передачи информации и его модели.	Понятие канала передачи информации. Понятие радиофизического канала передачи информации. Виды радиофизических каналов Понятие модели канала. Содержание модели канала. Виды моделей и их классификация. Понятие системной функции канала.
2.	Физические характеристики радиоканалов передачи информации	Атмосферный волноводный радиоканал и его характеристики. Радиоканал для связи под водой.
		Радиоканал с земной (поверхностной) волной и его характеристики.
		Ионосферные радиоканалы. Радиоканал с отраженной ионосферной волной и его характеристики. Радиоканал с ионосферным рассеянием и его характеристики. Радиоканал с отражением от следов метеоров и его характеристики.

		<p>Тропосферные радиоканалы. Радиоканал с тропосферным рассеянием и его характеристики. Тропосферный волноводный радиоканал и его характеристики. Тропосферный авроральный радиоканал.</p> <p>Микроволновые радиоканалы прямой видимости. Атмосферный радиоканал и его характеристики. Особенности космических радиоканалов.</p> <p>Открытый оптический канал и его характеристики.</p>
3.	Математические модели радиофизических каналов передачи информации	<p>Детерминированные модели каналов с постоянными параметрами. Импульсная характеристика и передаточные функции канала. Законы преобразования сигналов в канале. Связь модели канала с параметрами сигнала.</p> <p>Детерминированные модели каналов с переменными параметрами. Импульсная характеристика и одночастотная передаточная функция канала. Двухчастотная передаточная функция и функция рассеяния канала. Преобразование сигналов в канале во временной и частотной области. Связь модели канала с параметрами сигнала.</p> <p>Модели каналов со случайными параметрами. Математические ожидания и случайные составляющие системных функций канала. Корреляционные функции системных функций канала Преобразование сигналов в канале со случайными параметрами.</p> <p>Модели замираний в каналах со случайными параметрами. Связь модели канала с параметрами сигнала. Понятие обобщенного радиоканала.</p>

#### 12.4 Междисциплинарные связи

№ п/п	Наименование дисциплин учебного плана, с которым организована взаимосвязь дисциплины рабочей программы	№ разделов дисциплины рабочей программы, связанных с указанными
1.	Б1.Б.12.3. Статистическая радиофизика	1, 3
2.	Б1.Б.15. Теоретические основы радиотехники	1, 2, 3
3.	Б1.В.ОД.1. Радиотехнические цепи и сигналы	1, 3
4.	Б1.Б.12.2. Распространение электромагнитных волн	2

#### 12.5. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)						Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	КСР	Сам. работа	Контроль	
1.	Понятие радиофизического ка-	2	-	-	-	4	4	10

	нала передачи информации и его модели.							
2.	Физические характеристики радиоканалов передачи информации.	6	6	-	-	24	16	52
3.	Математические модели радиофизических каналов передачи информации	6	8	-	-	16	16	46
Итого:		14	14	-	-	44	36	108

### 13. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

#### а) основная литература:

1. Теория электрической связи / А.Г. Зюко, Д.Д. Кловский, В.И.Коржик, В.М.Назаров; Под ред. Д.Д. Кловского. - М.: Радио и связь, 1999. – 432 с.
2. Телекоммуникационные системы и сети. В 3-х томах. Том 2. Радиосвязь, радиовещание, телевидение / Г.П. Катунин, Г.В. Мамчев, В.Н. Попантонопуло, В.П. Шувалов; Под ред. В.П. Шувалова. – М.: Горячая линия-Телеком, 2004. – 672 с.
3. Радиосистемы передачи информации / В.А. Васин, В.В. Калмыков, Ю.Н. Себекин, А.И. Сенин, И.Б. Федоров; Под ред. И.Б. Федорова и В.В. Калмыкова. – М.: Горячая линия – Телеком, 2005. – 472 с.
4. Системы радиосвязи / И.Н. Калашников, Э.И. Крупицкий, И.Л. Дороднов, В.И. Носов; Под ред. И.Н. Калашникова. – М.: Радио и связь, 1988. – 352 с.
5. Прокис Дж. Цифровая связь / Дж. Прокис. - М.: Радио и связь, 2000. – 800 с.
6. Черенкова Е.Л. Распространение радиоволн / Е.Л. Черенкова, О.В. Чернышев. – М.: Радио и связь, 1984. – 272 с.
7. Долуханов М.П. Распространение радиоволн / М.П.Долуханов - М.: Связь, 1972. – 336с.
8. Головин О.В. Радиосвязь / О.В. Головин, Н.И. Чистяков, В. Шварц, И. Хардон Агиляр; Под ред. О.В. Головина. – М.: Горячая линия -Телеком, 2001. – 288 с.
9. Гауэр Дж. Оптические системы связи / Дж. Гауэр; Пер с англ. - М: Радио и связь, 1989. - 504 с.
10. Оптические системы передачи / Б.В. Скворцов, В.И. Иванов, В.В. Крухмалев и др.; Под ред. В.И. Иванова. - М.: Радио и связь, 1994. – 224 с.
- 11.. Кловский Д.Д. Передача дискретных сообщений по радиоканалам / Д.Д. Кловский. - М.: Радио и связь, 1982. – 304 с.
12. Зюко А.Г. Теория передачи сигналов / А.Г. Зюко, Д.Д. Кловский, М.В. Назаров, Л.М. Финк. - М.: Радио и связь, 1986. – 302 с.
13. Радиотехнические системы передачи информации / В.А. Борисов, В.В. Калмыков, Я.М. Ковальчук и др.; Под ред. В.В. Калмыкова. – М: Радио и связь, 1990. – 304 с.
14. Волков Л.Н. Системы цифровой радиосвязи: базовые методы и характеристики / Л.Н. Волков, М.С. Немировский, Ю.С. Шинаков. – М.: Эко - Трендз, 2005 – 392 с.
15. Кириллов Н.Е. Помехоустойчивая передача сообщений по линейным каналам со случайно изменяющимися параметрами / Н.Е. Кириллов. - М.: Связь, 1976.

16. Лекции по теории систем связи / Под ред. Е.Д. Багдади. - М.: Мир, 1964. - 402 с.
17. Склад Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение / Б. Склад. - М.: Издат. дом "Вильямс", 2003. - 1104 с.

**б) дополнительная литература:**

18. Телекоммуникационные системы и сети. В 3-х томах. Т. 1. Современные технологии / Б.И. Крук, В.Н. Попантопуло, В.П. Шувалов; Под ред. В.П. Шувалова. - М.: Горячая линия -Телеком, 2003. - 647 с.
19. Основы построения телекоммуникационных систем и сетей / В.В.Крухмалев, В.Н.Гордиенко, А.Д. Моченов и др.; Под ред. В.Н. Гордиенко и В.В. Крухмалева. - М.: Горячая линия -Телеком, 2004. - 510 с.
20. Головин О.В. Системы и устройства коротковолновой радиосвязи / О.В. Головин, С.П. Простов; Под ред. О.В. Головина. - М.: Горячая линия -Телеком, 2006. - 598 с
21. Цифровые и аналоговые системы передачи / В.И.Иванов, В.Н. Гордиенко, Г.Н. Попов и др. Под ред. В.И. Иванова. - М.: Горячая линия –Телеком, 2003. - 232 с.
22. Весоловский К. Системы подвижной радиосвязи / К. Весоловский. - М.: Горячая линия –Телеком, 2006. - 536 с.
23. Калинин А.И. Распространение радиоволн и работа радиолиний / А.И. Калинин, Е.Л. Черенкова. - М.: Связь, 1971. - 440 с.
24. Колосов М.А. Распространение радиоволн при космической связи / М.А. Колосов, Н.А. Арманд, О.И. Яковлев. - М. Связь, 1969. - 156 с.
25. Тепляков И.М. Телекоммуникационные системы. Сборник задач / И.М. Тепляков. - М.: ИП Радиософт, 2008. - 240 с.
26. Феер К. Беспроводная цифровая связь. Методы модуляции и расширения спектра / К. Феер. - М.: Радио и связь, 2000. - 520 с.
27. Системы мобильной связи / В.П. Ипатов, В.К. Орлов, И.М. Самойлов, В.Н. Смирнов; Под ред. В.П. Ипатова. - М.: Горячая линия -Телеком, 2003. - 272 с..

**в) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:**

1. Электронная библиотека Зональной научной библиотеки Воронежского госуниверситета : электронно-библиотечная система. - URL: [https://lib.vsu.ru/zgate?lnit+elib.xml,simple\\_elib.xsl+rus](https://lib.vsu.ru/zgate?lnit+elib.xml,simple_elib.xsl+rus)
2. Электронно-библиотечная система "БиблиоТех": электронно-библиотечная система. - URL: <https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1486>
3. Электронно-библиотечная система «ЮРАЙТ» : электронно-библиотечная система. - URL: <https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1457>
4. Электронно-библиотечная система BOOK.ru.(изд-во "КноРус"): электронно-библиотечная система. - URL : <https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1436>
5. Национальный цифровой ресурс "РУКОНТ": электронно-библиотечная система. - URL : <https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1401>
6. Электронно-библиотечная система "ZNANIUM.COM" (изд-во "ИНФРА-М"): электронно-библиотечная система. - URL : <https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1360>
7. Электронно-библиотечная система ibook.ru : электронно-библиотечная система. - URL: <https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1344>
8. Электронно-библиотечная система IPRbooks электронно-библиотечная система. - URL : <https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1343>
9. Электронно-библиотечная система «КнигаФонд» : электронно-библиотечная система. - URL : <https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1336>
10. Электронно-библиотечная система IQLib : электронно-библиотечная система. - URL : <https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1310>



11. Электронно-библиотечная система "Издательство "Лань": электронно-библиотечная система. - URL : <https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1308>

12. Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека online": электронно-библиотечная система. - URL : <https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1307>

13. Электронно-библиотечная система "Консультант студента": электронно-библиотечная система. - URL : <https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1306>

#### **14. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

Ноутбук HP Pavilion Dv9000, проектор BenQ MP575,

#### **15. Форма организации самостоятельной работы:**

*Методическое обеспечение самостоятельной работы:* учебно-методические пособия по темам курса, дистанционные формы общения с преподавателем, самостоятельный поиск информации в сети Internet. *Контроль самостоятельной работы* реализуется с помощью опросов по темам занятий.

#### **16. Критерии аттестации по итогам освоения дисциплины:**

**Отлично:** Полный ответ на вопросы билета и два дополнительных вопроса. Знание и понимание предмета, умение применять знания для решения практических задач обязательны.

**Хорошо:** Полный или с незначительными погрешностями ответ на вопросы билета, незначительные погрешности в ответе на дополнительные вопросы. Знание и понимание основ предмета и умение применять знания для решения практических задач обязательны.

**Удовлетворительно:** Ответ на вопросы билеты и дополнительные вопросы с погрешностями, не указывающими на отсутствие понимания существа вопроса. Знание основ предмета обязательно.

**Неудовлетворительно:** Отсутствие ответа на один или оба вопроса билета. Отсутствие знаний основ предмета.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Направление/специальность 03.04.03 Радиофизика  
шифр и наименование специальности

Дисциплина Б1.В.ОД.1. Радиофизические каналы передачи информации  
код и наименование дисциплины

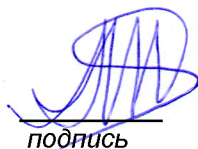
Профиль подготовки Статистическая радиофизика  
в соответствии с Учебным планом

Форма обучения Очная

Учебный год 2015/2016

---

Ответственный исполнитель  
Зав. кафедрой радиофизики  
должность, подразделение



подпись

(Трифонов А.П.) 04.07.2015 г.  
расшифровка подписи

Исполнители  
Доц. кафедры радиофизики  
должность, подразделение



подпись

(Захаров А.В.) 04.07.2015 г.  
расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО

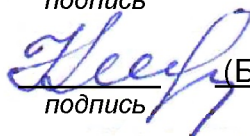
Куратор ООП ВПО  
по направлению / специальности



подпись

(Корчагин Ю.Э.) 04.07.2015 г.  
расшифровка подписи

Зав.отделом обслуживания ЗНБ



подпись

(Белодедова Н.В.) 15.07.2015 г.  
расшифровка подписи

---

РЕКОМЕНДОВАНО НМС физического факультета  
(наименование факультета, структурного подразделения)

протокол № 5 от 30.06.2015 г.