

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
**Муромский институт (филиал)**  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
**«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(МИ ВлГУ)**

**Кафедра РТ**

«УТВЕРЖДАЮ»  
Заместитель директора по УР  
\_\_\_\_\_ Д.Е. Андрианов  
\_\_\_\_\_ 16.06.2020

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

*Сети и системы широкополосного радиодоступа*

**Направление подготовки**

*11.03.02 Инфокоммуникационные технологии  
и системы связи*

**Профиль подготовки**

*Системы радиосвязи и радиодоступа*

Семестр	Трудоем- кость, час./зач. ед.	Лек- ции, час.	Практи- ческие занятия, час.	Лабора- торные работы, час.	Консультация, час.	Конт- роль, час.	Всего (контакт- ная работа), час.	СРС, час.	Форма промежу- точного контроля (экз., зач., зач. с оц.)
7	180 / 5	32		16	3,2	0,25	51,45	128,55	Зач.
8	72 / 2	12	12		3,2	2,35	29,55	15,8	Экз.(26,65)
Итого	252 / 7	44	12	16	6,4	2,6	81	144,35	26,65

Муром, 2020 г.

## 1. Цель освоения дисциплины

Цель дисциплины: изучение студентами особенностей построения современных сетей и систем широкополосного радиодоступа (ШРД), предоставляющих разнообразные услуги связи как фиксированным, так и мобильным абонентам, а также особенностей технических характеристик ШРД различных стандартов.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Изучение данной дисциплины базируется на материале курсов: «Электромагнитные поля и волны», «Вычислительная техника и информационные технологии», «Космические и наземные системы радиосвязи», «Цифровая обработка сигналов в системах связи», «Радиопередающие устройства систем радиодоступа и радиосвязи», «Радиоприемные устройства систем радиосвязи и радиодоступа», «Теоретические основы современных технологий беспроводной связи»

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-3 Способен проектировать и планировать сети и системы мобильной связи, радиосвязи и радиодоступа	ПК-3.1 Использует основные процедуры и принципы частотно-территориального и кодового планирования сетей и систем мобильной связи, радиосвязи и радиодоступа	знать основные процедуры и принципы частотно-территориального и кодового планирования систем широкополосного радиодоступа ; (ПК-3.1)	тесты для текущего контроля
	ПК-3.2 Применяет основные правила выделения полос радиочастот и назначения радиочастот для радиоэлектронных средств сухопутной подвижной и фиксированной радиослужб на территории Российской Федерации	уметь выделять полосы радиочастот и проводить назначения радиочастот для систем широкополосного радиодоступа (ПК-3.2)	
	ПК-3.3 Обладает навыками использования специализированного программного обеспечения для анализа радиопокрытия, проектирования базовых станций	владеть навыками анализа радиопокрытия с использованием специализированного программного обеспечения . (ПК-3.3)	

## 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часа.

### 4.1. Форма обучения: очная

Уровень базового образования: среднее общее.

Срок обучения 4г.

#### 4.1.1. Структура дисциплины

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником							Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации(по семестрам)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	КП / КР	Консультация	Контроль		
1	Системы широкополосного радиодоступа. Общие сведения	7	6								тестирование
2	Методы модуляции и кодирования в системах	7	14		8					45	тестирование
3	Стандарты систем	7	12		8					83,55	тестирование
Всего за семестр		180	32		16			3,2	0,25	128,55	Зач.
4	Стандарты систем	8	8	6						7,8	тестирование
5	Планирование систем радиодоступа	8	4	6						8	тестирование
Всего за семестр		72	12	12				3,2	2,35	15,8	Экз.(26,65)
Итого		252	44	12	16			6,4	2,6	144,35	26,65

#### 4.1.2. Содержание дисциплины

##### 4.1.2.1. Перечень лекций

##### Семестр 7

Раздел 1. Системы широкополосного радиодоступа. Общие сведения

##### Лекция 1.

Назначение, классификация, общие принципы построения сетей широкополосного радиодоступа (2 часа).

##### Лекция 2.

Характеристики радиоинтерфейса (2 часа).

##### Лекция 3.

Энергетические соотношения в радиопереносе систем радиодоступа (2 часа).

## *Раздел 2. Методы модуляции и кодирования в системах*

### **Лекция 4.**

Методы модуляции в системах радиодоступа. Частотные методы модуляции (2 часа).

### **Лекция 5.**

Методы фазовой модуляции в системах радиодоступа (2 часа).

### **Лекция 6.**

Методы амплитудно-фазовой модуляции в системах радиодоступа (2 часа).

### **Лекция 7.**

Импульсная модуляция в системах радиодоступа. Структура системы с использованием сигналов с расширенным спектром (2 часа).

### **Лекция 8.**

Защита от ошибок в системах широкополосного радиодоступа (2 часа).

### **Лекция 9.**

Корректирующие коды. Основные характеристики (2 часа).

### **Лекция 10.**

Перемежение символов (2 часа).

## *Раздел 4. Стандарты систем*

### **Лекция 11.**

Стандарт беспроводных локальных сетей: IEEE 802.11: архитектура протоколов и сети, структура кадров физического и MAC – уровней (2 часа).

### **Лекция 12.**

Сети радиодоступа стандарта IEEE 802.15: технологии Bluetooth: технические характеристики (2 часа).

### **Лекция 13.**

Сети радиодоступа стандарта IEEE 802.15: технологии Bluetooth: архитектура, структура пакетов, принципы функционирования (2 часа).

### **Лекция 14.**

Стандарты городских сетей широкополосного радиодоступа IEEE 802.16: структура физического, MAC - уровней (2 часа).

### **Лекция 15.**

Стандарты городских сетей широкополосного радиодоступа IEEE 802.16: принципы предоставления канальных ресурсов, структура кадров (2 часа).

### **Лекция 16.**

Mesh – сети: конфигурирование сети и управление канальными ресурсами (2 часа).

## **Семестр 8**

## *Раздел 4. Стандарты систем*

### **Лекция 17.**

Безопасность беспроводных сетей стандарта IEEE 802.16 (2 часа).

### **Лекция 18.**

Передающий тракт OFDM (характеристика, преобразование сигнала). Приёмный тракт OFDM (характеристика, преобразование сигнала) (2 часа).

### **Лекция 19.**

WiFi (история развития, стандарт IEEE 802.11). WiFi топология сетей, зона обслуживания) (2 часа).

### **Лекция 20.**

LTE (принципы построения) (2 часа).

## *Раздел 5. Планирование систем радиодоступа*

### **Лекция 21.**

LTE (ресурсная сетка, многоантенные системы) (2 часа).

### **Лекция 22.**

Технические основы планирования сетей радиодоступа (2 часа).

#### **4.1.2.2. Перечень практических занятий**

##### **Семестр 8**

###### *Раздел 4. Стандарты систем*

###### **Практическое занятие 1**

Построение сетей стандарта IEEE802.11 (2 часа).

###### **Практическое занятие 2**

Исследование безопасности сетей стандарта IEEE802.11 на основе алгоритма WEP, WPA, WPA2 (2 часа).

###### **Практическое занятие 3**

Изучение стандарта IEEE802.15 (2 часа).

###### *Раздел 5. Планирование систем радиодоступа*

###### **Практическое занятие 4**

Изучение модуляции М-ОФМ (2 часа).

###### **Практическое занятие 5**

Изучение модуляции М-КАМ (2 часа).

###### **Практическое занятие 6**

Анализ помехоустойчивости кодов (2 часа).

#### **4.1.2.3. Перечень лабораторных работ**

##### **Семестр 7**

###### *Раздел 2. Методы модуляции и кодирования в системах*

###### **Лабораторная 1.**

Изучение модуляции М-ОФМ (4 часа).

###### **Лабораторная 2.**

Изучение модуляции М-КАМ (4 часа).

###### *Раздел 4. Стандарты систем*

###### **Лабораторная 3.**

Изучение оборудования WiMiC стандарта IEEE 802.16 часть 1 (4 часа).

###### **Лабораторная 4.**

Изучение оборудования WiMiC стандарта IEEE 802.16 часть 2 (4 часа).

#### **4.1.2.4. Перечень тем и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. Изучение модуляции М-ОФМ.
2. Изучение модуляции М-КАМ.
3. Анализ помехоустойчивости кодов.
4. Построение сетей стандарта IEEE802.11.
5. Построение сетей стандарта IEEE802.15.
6. Обеспечение безопасности сетей стандарта IEEE802.11 на основе алгоритма WEP.
7. Обеспечение безопасности сетей стандарта IEEE802.11 на основе алгоритма WPA.
8. Обеспечение безопасности сетей стандарта IEEE802.11 на основе алгоритма WPA2.
9. Оборудование WiMiC стандарта IEEE 802.16.

Для самостоятельной работы используются методические указания по освоению дисциплины и издания из списка приведенной ниже основной и дополнительной литературы.

#### **4.1.2.5. Перечень тем контрольных работ, рефератов, ТР, РГР, РПР** Не планируется.

#### **4.1.2.6. Примерный перечень тем курсовых работ (проектов)** Не планируется.

## **5. Образовательные технологии**

В процессе изучения дисциплины применяется контактная технология преподавания (за исключением самостоятельно изучаемых студентами вопросов). При проведении практических работ применяется имитационный или симуляционный подход. Шаги решения задач студентам демонстрируются при помощи мультимедийной техники. В дальнейшем студенты самостоятельно решают аналогичные задания.

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

Фонды оценочных материалов (средств) приведены в приложении.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.**

### **7.1. Основная учебно-методическая литература по дисциплине**

1. Носов, В. И. Сети радиодоступа. Часть 1 : учебное пособие / В. И. Носов. — Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2006. — 236 с. — ISBN 2227-8397. - <http://www.iprbookshop.ru/55498.html>
2. Носов, В. И. Сети радиодоступа. Часть 2 : учебное пособие / В. И. Носов. — Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2006. — 247 с. — ISBN 2227-8397. - <http://www.iprbookshop.ru/55499.html>
3. Вершинин, А. С. Моделирование беспроводных систем связи : учебное пособие для самостоятельной работы студентов / А. С. Вершинин. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2014. — 231 с. — ISBN 2227-8397 - <http://www.iprbookshop.ru/72136.html>
4. Попов, В. Ф. Широкополосные и сверхширокополосные сигналы в системах мобильной связи и навигации : учебное пособие / В. Ф. Попов. — Омск : Омский государственный технический университет, 2015. — 204 с. — ISBN 978-5-8149-2121-5. - <http://www.iprbookshop.ru/58103.html>
5. Берлин, А. Н. Сотовые системы связи : учебное пособие / А. Н. Берлин. — 3-е изд. — Москва, Саратов : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 430 с. — ISBN 978-5-4497-0387-3. - <http://www.iprbookshop.ru/89475.html>
6. Применение технологии MIMO в системах радиосвязи : учебно-методическое пособие / составители В. Б. Крейнделин, Д. Ю. Панкратов. — Москва : Московский технический университет связи и информатики, 2015. — 32 с. — ISBN 2227-8397. - <http://www.iprbookshop.ru/61526.html>
7. Носкова, Н. В. Беспроводные телекоммуникационные сети стандарта DECT : учебное пособие / Н. В. Носкова, О. А. Быстрова. — Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2014. — 113 с. — ISBN 2227-8397. - <http://www.iprbookshop.ru/45464.html>

### **7.2. Дополнительная учебно-методическая литература по дисциплине**

1. Садовомский, А. С. Радиотехнические системы передачи информации : учебное пособие / А. С. Садовомский, С. В. Воронов. - Ульяновск : УлГТУ, 2014. — 120 с. - <http://venec.ulstu.ru/lib/go.php?id=6100>
2. Боев Н.М. Системы связи. Подвижные системы связи. Лекции: учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] — Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2013. — 60 с. - <https://docplayer.ru/36073163-Podvizhnye-sistemy-svyazi.html>
3. Сукачев Э.А. Сотовые сети радиосвязи с подвижными объектами: учеб.пособ. — Одесса: ОНАС им. А.С. Попова, 2013. — 256 с. - <https://docplayer.ru/42327944-Sotovye-seti-radiosvyazi-s-podvizhnymi-obektami.html>
4. Введение в системы радиосвязи и радиодоступа: учебное пособие /С. И. Богомолов. — Томск : Эль Контент, 2012. — 152 с. - <http://iprbookshop.ru/13924>

5. Носкова, Н. В. Стандарты беспроводных телекоммуникационных сетей [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. В. Носкова. — Электрон.текстовые данные. — Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2012. — 201 с. — 2227-8397. - <http://www.iprbookshop.ru/45489.html>

### **7.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

В образовательном процессе используются информационные технологии, реализованные на основе информационно-образовательного портала института ([www.mivlgu.ru/iop](http://www.mivlgu.ru/iop)), и инфокоммуникационной сети института:

- предоставление учебно-методических материалов в электронном виде;
- взаимодействие участников образовательного процесса через локальную сеть института и Интернет;
- предоставление сведений о результатах учебной деятельности в электронном личном кабинете обучающегося.

Информационные справочные системы:

Радиотехника и электроника для разработчиков и радиолюбителей [http://radiottract.ru/link\\_sprav.html](http://radiottract.ru/link_sprav.html).

Информационно-справочная социальная сеть радиотехников и электроников [www.umup.ru/](http://www.umup.ru/).

Программное обеспечение:

Не предусмотрено.

### **7.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

[iprbookshop.ru](http://iprbookshop.ru)  
[venec.ulstu.ru](http://venec.ulstu.ru)  
[docplayer.ru](http://docplayer.ru)  
[radiottract.ru](http://radiottract.ru)  
[umup.ru](http://umup.ru)  
[mivlgu.ru/iop](http://mivlgu.ru/iop)

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лаборатория телевизионных устройств и систем

Стенд телевизионный; стенд по исследованию блока цветности телевизора; стенд по исследованию блоков питания телевизоров; - стенд по исследованию дистанционного управления; стенд по исследованию устройства записи и воспроизведения; телевизор Panasonic; телевизор LG42BL67 - 2 шт.; акустическая система - 2 шт.; DVD проигрыватель - 2 шт.; дека - 2 шт.; усилитель - 2 шт.; видеомагнитофон - 2 шт.; видеокамера; стереокомплекс “Ода – 102”; DVB ресивер SkyStar 2; антенна параболическая; плеер BBK; осциллографы С1-55, АСК-2065; генераторы ГЗ-112, АНР -1050; генератор Ласпи; прибор ТВ тестовых сигналов; прибор для настройки антенны SatFinder; рабочая станция HP Core 2 DUO, 3 GHz; 2 GB, DVD-RW/HP 19” -2 шт; проектор SANYO; экран настенный; принтер HP P2015dn.

## **9. Методические указания по освоению дисциплины**

Для успешного освоения теоретического материала обучающийся: знакомится со списком рекомендуемой основной и дополнительной литературы; уточняет у преподавателя, каким дополнительным пособиям следует отдать предпочтение; ведет конспект лекций и прорабатывает лекционный материал, пользуясь как конспектом, так и учебными пособиями.

На практических занятиях пройденный теоретический материал подкрепляется решением задач по основным темам дисциплины. Занятия проводятся в компьютерном классе,

используя специальное программное обеспечение. Каждой подгруппе обучающихся преподаватель выдает задачу, связанную с разработкой и программной реализацией алгоритмов обработки информации. В конце занятия обучающие демонстрируют полученные результаты преподавателю и при необходимости делают работу над ошибками.

До выполнения лабораторных работ обучающийся изучает соответствующий раздел теории. Перед занятием студент знакомится с описанием заданий для выполнения работы, внимательно изучает содержание и порядок проведения лабораторной работы. Обучающиеся выполняют индивидуальную задачу в соответствии с заданием на лабораторную работу. Полученные результаты исследований сводятся в отчет и защищаются по традиционной методике в классе на следующем лабораторном занятии. Необходимый теоретический материал, индивидуальное задание, шаги выполнения лабораторной работы и требование к отчету приведены в методических указаниях, размещенных на информационно-образовательном портале института.

Самостоятельная работа оказывает важное влияние на формирование личности будущего специалиста, она планируется обучающимся самостоятельно. Каждый обучающийся самостоятельно определяет режим своей работы и меру труда, затрачиваемого на овладение учебным содержанием дисциплины. Он выполняет внеаудиторную работу и изучение разделов, выносимых на самостоятельную работу, по личному индивидуальному плану, в зависимости от его подготовки, времени и других условий.

Форма заключительного контроля при промежуточной аттестации – экзамен. Для проведения промежуточной аттестации по дисциплине разработаны фонд оценочных средств и балльно-рейтинговая система оценки учебной деятельности студентов. Оценка по дисциплине выставляется в информационной системе и носит интегрированный характер, учитывающий результаты оценивания участия студентов в аудиторных занятиях, качества и своевременности выполнения заданий в ходе изучения дисциплины и промежуточной аттестации.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению  
*11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи* и профилю подготовки  
*Системы радиосвязи и радиодоступа*  
Рабочую программу составил к.т.н., профессор Курилов И.А. \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры *РТ* протокол №10 от 20 мая  
2020 года.

Заведующий кафедрой *РТ* \_\_\_\_\_ *Ромашов В.В.*  
(Подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической  
комиссии факультета ФРЭКС  
протокол №9 от 11.06.2020 года.

Председатель комиссии ФРЭКС \_\_\_\_\_ *Белов А.А.*  
(Подпись)

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины**

Программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ года.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(Подпись) \_\_\_\_\_ (Ф.И.О.)

Программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ года.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(Подпись) \_\_\_\_\_ (Ф.И.О.)

Программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ года.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(Подпись) \_\_\_\_\_ (Ф.И.О.)

**Фонд оценочных материалов (средств) по дисциплине  
Сети и системы широкополосного радиодоступа**

**1. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости  
по дисциплине**

Оценочные средства для текущего контроля знаний в Приложении 1.

**Общее распределение баллов текущего контроля по видам учебных работ для студентов**

Рейтинг-контроль 1	1 лабораторная работа, защита 1 лабораторной работа, 2 практических занятия, тесты	до 10 баллов
Рейтинг-контроль 2	1 лабораторная работа, защита 1 лабораторной работа, 2 практических занятия, тесты	до 20 баллов
Рейтинг-контроль 3	1 лабораторная работа, защита 1 лабораторной работа, 3 практических занятия, тесты	до 20 баллов
Посещение занятий студентом	Журнал группы	5
Дополнительные баллы (бонусы)	Активность на занятии	5
Выполнение семестрового плана самостоятельной работы		0

**2. Промежуточная аттестация по дисциплине**

**Перечень вопросов к экзамену / зачету / зачету с оценкой.**

**Перечень практических задач / заданий к экзамену / зачету / зачету с оценкой (при наличии)**

Оценочные средства для промежуточной аттестации знаний в Приложении 2.

**Методические материалы, характеризующих процедуры оценивания**

На основе типовых заданий программным комплексом информационно-образовательного портала МИ ВлГУ формируются в автоматическом режиме тестовые задания для студентов: 8 вопросов из блока 1, 4 вопроса из блока 2 и 3 вопроса из блока 3. Программный комплекс формирует индивидуальные задания для каждого зарегистрированного в системе студента и устанавливает время прохождения тестирования. Результатом тестирования является процент правильных ответов. С учетом индивидуального семестрового рейтинга студента формируется итоговый балл.

Максимальное количество баллов, которое студент может получить при проведении промежуточной аттестации, в соответствии с Положением составляет 100 баллов.

Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине равна 100.

Оценка в баллах	Оценка по шкале	Обоснование	<i>Уровень сформированности компетенций</i>
Более 80	«Отлично»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	<b><i>Высокий уровень</i></b>
66-80	«Хорошо»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	<b><i>Продвинутый уровень</i></b>
50-65	«Удовлетворительно»	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки	<b><i>Пороговый уровень</i></b>
Менее 50	«Неудовлетворительно»	Содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки	<b><i>Компетенции не сформированы</i></b>

### 3. Задания в тестовой форме по дисциплине

Примеры заданий:

Базовые станции с одинаковым набором частот для уменьшения взаимного влияния сигналов устанавливают на определенном расстоянии. Чему оно равно

В основе систем с кодовым разделением каналов лежат методы расширения и сжатия с использованием

В системах связи с подвижными объектами вся обслуживаемая территория делится на относительно небольшие зоны, форма которой имеет вид

Полный перечень тестовых заданий с указанием правильных ответов, размещен в банке вопросов на информационно-образовательном портале института по ссылке <https://www.mivlgu.ru/iop/question/edit.php?courseid=74&category=32852%2C651&qbshowtext=0&qbshowtext=1&recurse=0&recurse=1&showhidden=0&showhidden=1>

Оценка рассчитывается как процент правильно выполненных тестовых заданий из их общего числа.