

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Владимирский государственный университет имени  
Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)

  
«УТВЕРЖДАЮ»  
Проректор  
по образовательной деятельности  
А.А. Панфилов

« 27 » 06 2019г

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
РАДИОСИСТЕМЫ МОБИЛЬНОЙ ГРАНКИНГОВОЙ И СОТОВОЙ СВЯЗИ**

Направление подготовки: 11.03.01 «Радиотехника»

Профиль/программа подготовки: радиотехнические устройства и системы

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоем- кость (зач. ед, /час.)	Лек- ций, (час.)	Практ. занятий, (час.)	Лаборат. работ, (час.)	СРС, (час.)	Форма промежуточной аттестации (экзамен/зачет/з ачет с оценкой)
8	3/108	20	10	20	13	Экзамен (45 час)
<b>Итого</b>	3/108	20	10	20	13	Экзамен (45 час)

Владимир, 2019

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Подготовка в области знания основ построения радиосетей мобильной связи, особенностей их функционирования для современных стандартов сотовой и транкинговой связи.

Задачи: Формирование практических навыков технической реализации систем мобильной радиосвязи.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Радиосистемы мобильной транкинговой и сотовой связи» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений

Пререквизиты дисциплины: высшая математика, физика, теория электрических цепей, статистическая теория передачи сигналов.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесённые с планируемыми результатами освоения ОПОП

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Частичное освоение	Знать: методы поиска и анализа информации в области систем мобильной связи.
	Неполное освоение	Знать: методы поиска и анализа информации в области систем мобильной связи. Уметь: проводить критический анализ проблем, возникающих при построении систем мобильной связи.
	Полное освоение	Знать: методы поиска и анализа информации в области систем мобильной связи. Уметь: проводить критический анализ проблем, возникающих при построении систем мобильной связи. Владеть: навыками анализа и синтеза информации при построении систем мобильной связи.
ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной	Частичное освоение	Знать: методы расчета основных составляющих систем связи
	Неполное освоение	Знать: методы расчета основных составляющих систем связи Уметь: применять методы расчета скорости передачи информации для различных видов модуляции.

деятельности	Полное освоение	Знать: методы расчета основных составляющих систем связи Уметь: применять методы расчета скорости передачи информации для различных видов модуляции. Владеть: навыками расчета помехоустойчивости приема сигналов с различными видами модуляции.
ОПК-2 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	Частичное освоение	Знать: методы измерения и приемы обработки и представления результатов экспериментальных исследований.
	Неполное освоение	Знать: методы измерения и приемы обработки и представления результатов экспериментальных исследований Уметь: проводить измерения при экспериментальных исследованиях систем связи.
	Полное освоение	Знать: методы измерения и приемы обработки и представления результатов экспериментальных исследований. Уметь: проводить измерения при экспериментальных исследованиях систем связи. Владеть: навыками проведения экспериментальных исследований и испытаний разработанных устройств, а также навыками обработки результатов экспериментальных исследований.
ПК-2 Способен реализовывать программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов	Частичное освоение	Знать: способы реализации программы экспериментальных исследований систем связи и порядок выбора соответствующих технических средств
	Неполное освоение	Знать: способы реализации программы экспериментальных исследований систем связи и порядок выбора соответствующих технических средств Уметь: работать со средствами обработки результатов исследований.
	Полное освоение	Знать: способы реализации программы экспериментальных исследований систем связи и порядок выбора соответствующих технических средств Уметь: работать со средствами обработки результатов исследований. Владеть: навыками практической работы с

		измерительными приборами для исследования аналоговых и цифровых устройств;
--	--	--

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ:

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Объем учебной работы с применением интерактивных методов час./%	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС		
1.	<u>Классификация систем мобильной связи.</u>	8	1-2	6			2	3/50	
2	<u>Эволюция систем сотовой связи.</u>	8	3-5	4			3	1/25	Рейтинг-контроль 1
3.	<u>Технология OFDM</u>	8	6	2	2	4	2	4/50	
4	<u>Технология MIMO.</u>	8	7	2	2	4	2	4/50	Рейтинг-контроль 2
5	<u>Кодирование речевых сигналов</u>	8	8-9	4	6	12	2	11/50	
6	<u>Перспективы развития систем сотовой связи.</u>	8	10	2			2	1/50	Рейтинг-контроль 3
Всего за 8 семестр				20	10	20	13	24/48	Экзамен (45 час)
Наличие в дисциплине КП, КР									
Итого по дисциплине				20	10	20	13	24/48	Экзамен (45 час)

#### Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел 1

Тема 1. Основные типы систем мобильной связи. Транкинговые системы связи. Микросотовые системы связи. Системы спутниковой связи. сотовые системы связи.

Тема 2. Частотное планирование системы сотовой связи.

Раздел 2.

Тема 1. Системы сотовой связи первого, второго и третьего поколений.

Тема 2. Системы сотовой связи четвертого и пятого поколений

Раздел 3.

Тема 1. Технология OFDM.

Раздел 4.

Тема 1. Технология MIMO, мультипользовательские системы многопользовательской связи.

Тема 2. Алгоритм Аламоути для беспроводных сетей с мультипользовательской связью.

Раздел 5.

Тема 1. Модель формирования речевого сигнала. LPC - речевой кодек.

Тема 2. GSM и CELP речевые кодеки.

Раздел 6.

Тема 1. Неортогональный множественный доступ.

Тема 2. Объединение базовых станций и кооперирование абонентов.

**Содержание лабораторных работ по дисциплине**

Раздел 3.

Тема 1. Исследование технологии OFDM

Раздел 4.

Тема 2. Исследование алгоритма Аламоути.

Раздел 5.

Тема 1. Исследование искажений сигнала при использовании LPC речевого кодека. Исследование измерителя основного тона речевого сигнала

Тема 2. Исследование CELP речевого кодека

**Содержание практических занятий по дисциплине**

Раздел 3.

Тема 1. Исследование помехоустойчивости приема OFDM сигналов.

Раздел 4.

Тема 2. Исследование алгоритма Аламоути.

Раздел 5

Тема 1. Расчет скорости потока данных при использовании LPC речевого кодека.

Тема 2. Расчет скорости потока данных при использовании GSM речевого кодека. Расчет скорости потока данных при использовании CELP речевого

**5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В преподавании дисциплины «Радиосистемы мобильной транкинговой и сотовой связи» используются разнообразные образовательные технологии, как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения. Активные и интерактивные методы обучения:

Интерактивные лекции (раздел 1, темы 1,2; раздел 2, темы 1, 2; раздел 3, тема 1; раздел 4, темы 1,2; раздел 5, темы 1, 2; раздел 6, тема 2).

Интерактивные практические занятия (раздел 3, тема 1; раздел 4, тема 2; раздел 5, темы 1, 2).

Интерактивные лабораторные работы (раздел 3, тема 1; раздел 4, тема 2; раздел 5, темы 1, 2).

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

### **Вопросы и задания к рейтинг-контролю №1**

1. По каким соображениям ограничивают сверху и снизу размеры сот в системах сотовой связи?
2. С какой целью в сотах применяют секторные антенны?
3. С какой целью в системах спутниковой связи используют низко- и высокоорбитальные группировки спутников?
4. Какие технические решения являются общими для систем спутниковой и сотовой связи?

### **Вопросы и задания к рейтинг-контролю №2**

1. Сравните системы сотовой связи второго и третьего поколений по методам организации множественного доступа к каналу связи.
2. Сравните системы сотовой связи третьего и четвертого поколений по методам организации множественного доступа к каналу связи.
3. Какие средства используются в технологии OFDM для подавления межсимвольной интерференции?
4. Какие технические решения применяются в системах пятого поколения для повышения скорости передачи информации?

### **Вопросы и задания к рейтинг-контролю №3**

1. Какие задачи решаются с помощью технологии MIMO?
2. С какой целью используют алгоритм Аламоути?
3. Какие возможности по повышению эффективности использования систем передающих и приемных антенн открываются при организации обратной связи от приемника к передатчику?
4. Какие условия к пространственному разнесению антенн следует выполнить для подавления замираний сигнала?

## **Тест-контроль самостоятельной работы студентов**

### **Тема1 Основные типы мобильных систем. Частотное планирование систем сотовой связи**

1. Отличие сотовой системы от транкинговой заключается в том, что:
  - а) размер соты намного больше;
  - б) отсутствие приоритетов в обслуживании абонентов;
  - в) мощность передатчика базовой станции намного больше.
2. Размер защитного интервала между сотами определяется:
  - а) количеством разных частот, на которых работают разные базовые станции;



- б) мощностью передатчика базовой станции;
  - в) чувствительностью приемника сотового телефона.
3. Использование секторных антенн позволяет:
- а) повысить число обслуживаемых абонентов в соте;
  - б) уменьшить мощность передатчика базовой станции;
  - в) снизить требования к чувствительности приемника сотового телефона.

**Тема2** Системы сотовой связи различных поколений. Технологии OFDM, MIMO.

1. Скорость передачи информации, главным образом, возрастает:
- а) при расширении полосы частот;
  - б) при увеличении мощности передатчика;
  - в) при увеличении чувствительности приемника.
2. Технология OFDM позволяет:
- а) снизить мощность облучения абонента;
  - б) повысить скорость передачи информации в условиях многолучевого приема;
  - в) использовать многопозиционные виды модуляции.
3. Фильтр нижних частот подавляет помеху, если:
- а) ее спектр находится выше по частоте по сравнению с сигналом;
  - б) ее спектр находится ниже по частоте по сравнению с сигналом;
  - в) ее спектр не выходит за пределы спектра сигнала.
3. Технология MIMO позволяет:
- а) повысить скорость передачи данных;
  - б) снизить затраты на оборудование базовой станции;
  - в) обеспечивает уверенную связь в условиях городской застройки.
4. Основная задача, решаемая технологией OFDM:
- а) увеличение дальности связи;
  - б) повышение надежности скоростной связи в условиях города;
  - в) повышение секретности связи.

**Тема 3.** Речевые кодеки

1. LPC - речевой кодек по сравнению с GSM кодеком обеспечивает:
- а) меньшую скорость потока данных;
  - б) меньший уровень искажений сигнала;
  - в) требует меньший объем вычислений.
2. CELP речевые кодеки используют:
- а) векторное квантование сигнала возбуждения синтезирующего фильтра;
  - б) больший порядок предсказания по сравнению с GSM кодеком;
  - в) меньший порядок предсказания по сравнению с GSM кодеком.
3. Использование речевых кодеков требует:
- а) обеспечить большую помехоустойчивость приема данных;
  - б) использования высокоскоростных видов модуляции;
  - в) оба ответа – ошибочные.

## Вопросы к экзамену

1. Классификация систем мобильной связи. Принцип построения сотовой системы связи. Выбор размеров сот.
2. Системы транкинговой связи. Сравнение с сотовой системой связи.
3. Системы спутниковой связи. Сравнение с сотовой системой связи.
4. Системы связи стандарта DECT и Wi – Fi.
5. Эволюция систем сотовой связи. Системы связи второго и третьего поколений.
6. Системы связи четвертого и пятого поколений. Ресурсный блок.
7. Технология MIMO. Пространственное разделение потоков данных. Формирование диаграммы направленности. Перспективы технологии MIMO.
8. Матричное описание алгоритма Аламоути.
9. Технология OFDM. Циклический префикс.
10. Принцип работы LPC-кодека с возбуждением синтезирующего фильтра импульсами основного тона. Расчет скорости потока данных.
11. Измеритель основного тона LPC-кодека.
12. Речевой кодек стандарта GSM. Скорость потока данных.
13. Принцип работы CELP кодека. Скорость потока данных. Сравнение CELP кодека с LPC-кодеком

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Книгообеспеченность

№ п/п	Название и выходные данные (автор, издательство, издание, количество страниц)	Год издания	Количество экземпляров в библиотеке университета	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3	4	5
7а	Основная литература			
1	Афанасьев, А. А. Цифровая обработка сигналов: учебное пособие для вузов / Афанасьев А. А., Рыболовлев А. А., Рызжков А. П. - Москва: Горячая линия - Телеком, 356 с. - ISBN 978-5-9912-0611-2. - ЭБС "Консультант студента":	2019		<a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991206112.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991206112.html</a>
2	Борисова, И. В. Цифровые методы обработки	2014		<a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN978577822">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN978577822</a>



	информации: учеб. пособие / Борисова И. В. - Новосибирск : Изд-во НГТУ,- 139 с. - ISBN 978-5-7782-2448-3. - ЭБС "Консультант студента" .:			<a href="#">4483.html</a>
3	Логвинов, В. В. Приемники систем фиксированной и мобильной связи : учебное пособие / В. В. Логвинов. — Москва : СОЛОН-Пресс, 2019. — 816 с. — ISBN 978-5-91359-198-2.	2019		<a href="http://www.iprbookshop.ru/90337.html">http://www.iprbookshop.ru/90337.html</a>
4	Левин Е. К. Обработка сигналов звука и изображений в системах связи: конспект лекций по дисциплине «Обработка сигналов» для студентов ВлГУ, обучающихся по направлениям 11.03.01 «Радиотехника»	2018		<a href="http://dspace.www1.vlsu.ru/handle/123456789/7065">http://dspace.www1.vlsu.ru/handle/123456789/7065</a>
76	Дополнительная литература			
1	Павлюк, В. В. Преобразование сигналов и помех в цифровых системах связи : учебно-методическое пособие / В. В. Павлюк, А. С. Сухоруков, А. Н. Терехов. — Москва : Московский технический университет связи и информатики, 2018. — 37 с. — ISBN 2227-8397. —Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. —	2018		<a href="http://www.iprbookshop.ru/92474.html">http://www.iprbookshop.ru/92474.html</a>
2	Левин Е. К. Исследование алгоритмов обработки сигналов в системе Matlab: метод. указания к лабораторным работам/ ВлГУ,-78 с.	2011		<a href="http://dspace.www1.vlsu.ru/handle/123456789/6046">http://dspace.www1.vlsu.ru/handle/123456789/6046</a>
3	Степанова, И. В. Принципы организации систем связи с фиксированным и мобильным доступом / И. В. Степанова. — Москва : Московский технический университет связи и информатики. — 104 с. — ISBN 2227-8397.	2017		<a href="http://www.iprbookshop.ru/90337.html">http://www.iprbookshop.ru/90337.html</a>

## 7.2. Периодические издания

### Отечественные журналы:

- Радиотехника;
- Радиотехника и электроника;
- Приборы и техника эксперимента;
- Цифровая обработка сигналов.

### Зарубежные журналы:

- IEEE Transactions on Communications;
- IEEE Transactions on Signal Processing;
- IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement.

## 7.3. Интернет ресурсы

<http://www.studentlibrary.ru/>

<http://www.iprbookshop.ru>

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеется специальное помещение для проведения занятий лекционного, практического и лабораторного типов, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, для самостоятельной работы. Лекционные занятия проводятся в ауд. 301-3. Практические занятия – в ауд. 410-3, лабораторные - в ауд. 304-3

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

- кафедральные мультимедийные средства (ауд. 301-3);
- наборы слайдов к лекциям;
- оборудование специализированной лаборатории (304-3, 410-3);
- программные среды: Matlab, Multisim.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 11.03.01 «Радиотехника»

Рабочую программу составил профессор каф. РТ и РС   
Левин Е.К.

Сторонний рецензент(ы)  ген. директор «ВКБР»,  
к.т.н. А.Е. Богданов

Программа одобрена на заседании каф. РТ и РС

Протокол № 18 от 26.06.2019

Заведующий кафедрой РТ и РС  Никитина О.Р.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления

Протокол № 4 от 24.06.2019 года

Председатель комиссии  О.Р. Никитина

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20/21 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 21.03.20 года

Заведующий

кафедрой  

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

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

Заведующий

кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

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

Заведующий

кафедрой \_\_\_\_\_