

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

2019г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ "ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ "

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/зачет с оценкой)
5	5/180	18	36	36	63	Экзамен (27 час.)
Итого	5/180	18	36	36	63	Экзамен (27 час.)

Владимир, 2019

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Подготовка в области знания теоретических основ, принципов построения трактов приема и аналого-цифровой обработки сигналов радиотехнических систем.

Задачи: Формирование практических навыков проектирования устройств обработки сигналов и работы со средствами контроля и измерения их параметров.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Обработка сигналов» 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
ОПК-2 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	Частичное освоение	Знать: основные технические термины на русском и английском языках, относящиеся к области обработки сигналов; основы схемотехники устройств обработки сигналов; принципы работы функциональных узлов схем, осуществляющих обработку сигналов;
	Неполное освоение	Знать: основные технические термины на русском и английском языках, относящиеся к области обработки сигналов; основы схемотехники устройств обработки сигналов; принципы работы функциональных узлов схем, осуществляющих обработку сигналов; Уметь: использовать пакеты прикладных программ для проектирования и исследования устройств обработки сигналов; собирать и анализировать данные для расчета устройств обработки сигналов; использовать методы экспериментальных исследований и испытаний разработанных устройств и основные приемы обработки экспериментальных данных.
	Полное освоение	Знать: основные технические термины на русском и английском языках, относящиеся к области обработки сигналов; основы схемотехники устройств обработки сигналов; принципы работы функциональных узлов схем, осуществляющих обработку сигналов;

		<p>Уметь: использовать пакеты прикладных программ для проектирования и исследования устройств обработки сигналов; собирать и анализировать данные для расчета устройств обработки сигналов; использовать методы экспериментальных исследований и испытаний разработанных устройств и основные приемы обработки экспериментальных данных.</p> <p>Владеть: навыками экспериментального определения характеристик и параметров различных устройств обработки сигналов; методами расчета типовых устройств обработки сигналов; навыками компьютерного исследования по электрическим моделям функциональных узлов радиоприемных устройств.</p>
<p>ПК-1 Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ</p>	<p>Частичное освоение</p>	<p>Знать: основы схемотехнического моделирования процедур обработки сигналов, основные приемы работы с пакетами прикладных программ схемотехнического моделирования.</p>
	<p>Неполное освоение</p>	<p>Знать: основы схемотехнического моделирования процедур обработки сигналов, основные приемы работы с пакетами прикладных программ схемотехнического моделирования.</p> <p>Уметь: составлять эквивалентные схемы устройств обработки сигналов для последующего моделирования.</p>
	<p>Полное освоение</p>	<p>Знать: основы схемотехнического моделирования процедур обработки сигналов, основные приемы работы с пакетами стандартных прикладных программ схемотехнического моделирования.</p> <p>Уметь: составлять эквивалентные схемы устройств обработки сигналов для последующего моделирования.</p> <p>Владеть: навыками разработки моделей устройств обработки сигналов для последующего</p>
<p>ПК-2 Способен реализовывать программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов</p>	<p>Частичное освоение</p>	<p>Знать: способы реализации программы экспериментальных исследований устройств обработки сигналов и порядок выбора соответствующих технических средств</p>
	<p>Неполное освоение</p>	<p>Знать: способы реализации программы экспериментальных исследований устройств обработки сигналов и порядок выбора соответствующих технических средств.</p> <p>Уметь: работать со средствами обработки результатов исследований.</p>
	<p>Полное освоение</p>	<p>Знать: способы реализации программы экспериментальных исследований устройств</p>

		<p>обработки сигналов 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;</p>
--	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ:

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 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>Основные понятия теории передачи сигналов.</u>	5	1-3	2	4		11	3/50		
2	<u>Помехи и искажения сигнала Фильтрация сигнала.</u>	5	4-6	4	8		11	6/50	Рейтинг-контроль 1	
3.	<u>Виды сигналов. Цифровой сигнал.</u>	5	7-9	2	4	8	11	7/50		
4	<u>Понятие о системе и канале связи.</u>	5	10-12	4	8	12	11	12/50	Рейтинг-контроль 2	
5.	<u>Подавление помех путем фильтрации.</u>	5	13-15	2	4	8	10	7/50		
6	<u>Обработка сигналов в перспективных системах связи.</u>	5	16-18	4	8	8	9	10/50	Рейтинг-контроль 3	
Всего за 5 семестр					18	36	36	63	45/50	Экзамен (27 час)
Наличие в дисциплине КП, КР										
Итого по дисциплине					18	36	36	63	45/50	Экзамен (27 час)

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел 1

Тема 1. Информация сообщение, сигнал, Кодирование и модуляция.

Тема 2. Параметры сигнала: длительность динамический диапазон, спектр сигнала, ширина спектра.

Раздел 2.

Тема 1. Классификация помех, замирения сигнала.

Тема 2. Типы фильтров

Раздел 3.

Тема 1. Искажения, возникающие при АЦП.

Тема 2. Выбор частоты дискретизации и шага квантования

Раздел 4.

Тема 1. Подавление помех. Демодуляция, декодирование.

Тема 2. Параметры системы связи. Скорость передачи информации.

Раздел 5.

Тема 1. Проектирование основных типов рекурсивных фильтров

Тема 2. Проектирование нерекурсивных фильтров

Раздел 6.

Тема 1. Технология OFDM.

Содержание лабораторных работ по дисциплине

Раздел 3.

Тема 1. Квантователь с постоянным шагом квантования.

Тема 2. Квантователь с использованием компандирования.

Раздел 4.

Тема 1. Измерение чувствительности и односигнальной частотной избирательности связного приемника.

Тема 2. Исследование канала связи

Раздел 5.

Тема 1. Проектирование основных типов рекурсивных фильтров

Тема 2. Проектирование нерекурсивных фильтров

Раздел 6.

Тема 1. Технология OFDM.

Содержание практических занятий по дисциплине

Раздел 1

Тема 1. Информация сообщение, сигнал, Кодирование и модуляция.

Тема 2. Параметры сигнала: длительность динамический диапазон, спектр сигнала, ширина спектра.

Содержание практических занятий. Расчет энтропии и пропускной способности канала связи.

Раздел 2.

Тема 1. Классификация помех, замирания сигнала.

Тема 2. Типы фильтров

Содержание практических занятий. Расчет фильтров.

Раздел 3.

Тема 1. Искажения, возникающие при АЦП.

Тема 2. Выбор частоты дискретизации и шага квантования

Содержание практических занятий. Расчет искажений, возникающих при АЦП.

Раздел 4.

Тема 1. Подавление помех. Демодуляция, декодирование.

Тема 2. Параметры системы связи. Скорость передачи информации.

Содержание практических занятий. Расчет скорости передачи информации.

Раздел 5.

Тема 1. Проектирование основных типов рекурсивных фильтров

Тема 2. Проектирование нерекурсивных фильтров

Содержание практических занятий. Проектирование фильтров

Раздел 6.

Тема 1. Технология OFDM.

Содержание практических занятий. Моделирование процедур обработки сигналов при использовании OFDM.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В преподавании дисциплины «Обработка сигналов» используются разнообразные образовательные технологии, как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения. Активные и интерактивные методы обучения:

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

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

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

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. В чем заключается различие между понятиями: «сигнал» и «сообщение»?
2. Какую цель преследует кодирование сигнала и сообщения?
3. В чем заключается смысл модуляции? Изобразите осциллограмму гармонического колебания, к которому применена частотная модуляция для передачи последовательности нулей и единиц.
4. Изобразите амплитудный и фазовый спектры следующего напряжения
$$U(t)=2*\cos(2\pi*30t+ 0,25\pi)+ 0,2*\cos(2\pi*100t+ 0,75\pi)$$
5. Что такое ширина спектра? С какой целью ограничивают ширину спектра?
6. Чем отличаются понятия: «помеха» и «искажения» применительно к сигналу?

Вопросы и задания к рейтинг-контролю №2

1. Какие преимущества имеет цифровой сигнал перед аналоговым?
2. С какой целью перед АЦП устанавливают ФНЧ?
3. Укажите причины искажений сигнала, возникающие при АЦП.
4. Дайте сравнительную характеристику типов фильтров.
5. Как правильно выбрать параметры АЦП?

6. Изобразите структурную схему цифровой радиотелефонной системы связи и укажите в ней составляющие цифрового канала связи.
7. Приведите классификацию помех.
8. В чем заключается причина замираний сигнала?

Вопросы и задания к рейтинг-контролю №3

1. Укажите назначение решающей схемы в демодуляторе цифрового сигнала.
2. Каково назначение декодера?
3. Как численно можно охарактеризовать скорость и верность передачи информации?
4. Какими параметрами характеризуется работа одноконтурного полосового фильтра?
5. Чем отличаются понятия «собственная добротность колебательного контура» и «эквивалентная добротность колебательного контура»?
6. С какой целью используется технология связи OFDM?

Тест-контроль самостоятельной работы студентов

Тема1 Основные понятия теории передачи сигналов

1. Отличие сообщения от сигнала заключается в том, что:
 - а) сообщение меняется во времени, а сигнал - нет;
 - б) сигнал меняется во времени, а сообщение - нет;;
 - в) для формирования сигнала всегда используется физический процесс, а сообщение может содержать набор знаков.
2. Кодирование - это:
 - а) изменение параметров физического процесса во времени;
 - б) представление сообщения набором чисел, предназначенных для передачи;
 - в) засекречивание сообщений.
3. Модуляция нужна для:
 - а) переноса информации на физический процесс;
 - б) засекречивания информации;
 - в) повышения скорости передачи информации.
4. Спектральное представление сигнала применяется для:
 - а) анализа искажений сигнала;
 - б) засекречивания информации;
 - в) кодирования информации.

Тема2 Помехи и искажения сигнала. Фильтрация сигнала

1. Какая помеха называется внутриполосной:
 - а) ширина спектра помехи меньше полосы пропускания приемника;
 - б) ширина спектра помехи больше полосы пропускания приемника;
 - в) спектр помехи попадает в полосу пропускания приемника.
2. Замирания сигнала называются общими, если:
 - а) все его спектральные компоненты меняются во времени;
 - б) все его спектральные компоненты меняются во времени одинаково;
 - в) все его спектральные компоненты меняются во времени по-разному.
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.

Тема3 Виды сигналов. Цифровой сигнал

1. Цифровой сигнал по сравнению с аналоговым:
 - а) имеет большую помехоустойчивость;
 - б) позволяет сократить затраты на аппаратуру для его обработки;
 - в) имеет больший диапазон изменения напряжения.

2. Теорема Котельникова
 - а) позволяет определить уровень искажений сигнала при АЦП;
 - б) позволяет определить минимальный шаг квантования при АЦП;
 - в) позволяет определить минимальную частоту дискретизации при АЦП.

3. Шаг квантования нельзя устанавливать очень малым так как:
 - а) увеличивается степень искажений сигнала;
 - б) снижается помехоустойчивость передачи данных;
 - в) увеличивается поток данных.

Тема 4 Понятие о системе и канале связи

1. Подавление помех осуществляется, в основном:
 - а) в демодуляторе;
 - б) в декодере;
 - в) с помощью фильтров.
2. Верность передачи информации увеличивается:
 - а) при увеличении отношения сигнал-помеха;
 - б) при увеличении скорости передачи данных;
 - в) при многолучевом приеме сигнала.
3. В цифровом канале связи:
 - а) входной сигнал является непрерывным, а выходной - цифровым;
 - б) входной сигнал является цифровым, а выходной - непрерывным;
 - в) оба ответа – ошибочные.

Темы 5 и 6. Подавление помех путем фильтрации. Обработка сигналов в перспективных системах связи

1. Степень подавления помех одноконтурным полосовым фильтром определяется:
 - а) его коэффициентом передачи;
 - б) его резонансной частотой;
 - в) его эквивалентной добротностью.
2. Двухконтурный полосовой фильтр применяют, когда:
 - а) требуется увеличить значение частоты настройки фильтра;
 - б) расширить полосу пропускания;
 - в) увеличить степень подавления помех.
2. Основная задача, решаемая технологией OFDM:
 - а) увеличение дальности связи;
 - б) повышение надежности скоростной связи в условиях города;
 - в) повышение секретности связи.

Вопросы к экзамену

1. Основные понятия теории передачи сигналов. Кодирование и модуляция.
2. Параметры сигнала. Ширина спектра сигнала.
3. Классификация помех. Замирания сигнала.
4. Назначение и основные типы электрических фильтров.

5. Виды сигналов.
6. Искажения сигнала, возникающие при АЦП. Выбор частоты дискретизации.
7. Выбор шага квантования при АЦП.
8. Основные составляющие системы передачи информации.
9. Канал связи. Скорость и верность передачи информации.
10. Подавление помех с помощью фильтров.
11. Основные этапы расчета одноконтурного полосового фильтра.
12. Основные этапы расчета двухконтурного полосового фильтра.
13. Системы связи на основе технологии OFDM
14. Основные задачи, решаемые в процессе развития систем связи

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., Рыжков А. П. - Москва: Горячая линия - Телеком, 2019. - 356 с. - ISBN 978-5-9912-0611-2. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]; Режим доступа : по подписке.	2019		https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991206112.html
2	Борисова, И. В. Цифровые методы обработки информации: учеб. пособие / Борисова И. В. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2014. - 139 с. - ISBN 978-5-7782-2448-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. Режим доступа: по подписке.	2017		https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778224483.html
3	Левин Е. К. Обработка сигналов звука и изображений в системах связи: конспект лекций по дисциплине «Обработка	2018		http://dspace.www1.vlsu.ru/handle/123456789/7065

	сигналов» для студентов ВлГУ, обучающихся по направлениям 11.03.01 «Радиотехника»			
76	Дополнительная литература			
	Исследование устройств приема и обработки сигналов: метод. указания к лабораторным работам/ Е.К.Левин; Владим. гос. ун-т.- Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2007.-60 с	2007		http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/1195
	Исследование алгоритмов обработки сигналов в системе Matlab: метод. указания к лабораторным работам/ Е.К.Левин; Владим. гос. ун-т.- Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2011.-78 с.	2011		http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/3046
	В. Ф. Кравченко Цифровая обработка сигналов и изображений в радиофизических приложениях [Электронный ресурс] / В. Ф. Кравченко - М. : ФИЗМАТЛИТ. 2007. 544 с. - ISBN 978-5-9221-0871	2007		http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922108713.htm
	Головин О.В. Устройства генерирования, формирования, приема и обработки сигналов [Электронный ресурс] : Учебное пособие для вузов / Головин О.В. - М. : Горячая линия - Телеком. 2012. 783 с., ISBN 978-5-9912-0196-4.-	2012		http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/3046

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://e.lib.vlsu.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 № 15 от 26.06.2019
Заведующий кафедрой РТ и РС  Никитин О.Р.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии
направления 11.03.01 «Радиотехника»
Протокол № 4 от 24.06.2019 года
Председатель комиссии  О.Р. Никитин

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20/21 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 21.03.20 года

Заведующий кафедрой _____ *О.Р. Шихидин*

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 _____