

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)

Институт информационных технологий и радиоэлектроники



«УТВЕРЖДАЮ»
Директор института

А.А.Галкин
А.А.Галкин

2021г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
"ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ "

Направление подготовки/специальность:

11.03.01 «Радиотехника»

Направленность (профиль) подготовки:

Радиотехнические устройства и системы

г. Владимир
2021

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Обработка сигналов» является 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

Дисциплина «Обработка сигналов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесённые 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 (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации УК-1.2. Умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности УК-1.3. Владеет навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками; методами принятия решений.	Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации по методам обработки сигналов Умеет систематизировать методы обработки сигналов звука и изображения Владеет навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками при выборе методов обработки сигналов.	Опрос по пройденному теоретическому материалу. Тестовые вопросы. Практико-ориентированные задания.
ПК-3. Способен реализовывать программы экспериментальных исследований,	ПК-3.1. Знает принципы работы, устройство, технические возможности контрольно-измерительного и	Знает принципы работы, устройство, технические возможности анализаторов спектра, генераторов сигналов,	Лабораторные работы с физическим и виртуальным оборудованием

включая выбор технических средств и обработку результатов	<p>диагностического оборудования</p> <p>ПК-3.2. Умеет использовать оборудование для диагностирования и устранения неисправностей, возникших при эксплуатации сложных функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры</p>	<p>осциллографов.</p> <p>Умеет использовать оборудование для диагностирования и устранения неисправностей, возникших в устройствах обработки сигналов.</p>	<p>Практико-ориентированные задания.</p>
	<p>ПК-3.3. Владеет навыками устранения неисправностей, приводящих к возникновению неработоспособного состояния сложных функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры.</p>	<p>Владеет навыками устранения неисправностей, возникших в устройствах обработки сигналов.</p>	

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1.	Основные понятия теории передачи сигналов.	5	1-3	2	4			11	
2	Помехи и искажения сигнала Фильтрация сигнала.	5	4-6	4	8		2	11	Рейтинг-контроль 1
3.	Виды сигналов. Цифровой сигнал.	5	7-9	2	4	8	2	11	

4	Понятие о системе и канале связи.	5	10-12	4	8	12	2	11	Рейтинг-контроль 2
5.	Подавление помех путем фильтрации.	5	13-15	2	4	8	3	10	
6.	Обработка сигналов в перспективных системах связи.	5	16-18	4	8	8	3	9	Рейтинг-контроль 3
Всего за 5 семестр				18	36	36		63	Экзамен (27час)
Наличие в дисциплине КП, КР									-
Итого по дисциплине				18	36	36		63	Экзамен (27час)

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел 1. Основные понятия теории передачи сигналов

Тема 1. Информация, сообщение, сигнал.

Виды сигналов. Кодирование и модуляция.

Тема 2. Параметры сигнала.

Длительность. Динамический диапазон. Спектр сигнала, ширина спектра.

Раздел 2. Помехи и искажения сигнала Фильтрация сигнала.

Тема 1. Классификация помех, замирания сигнала.

Внутри- и внеполосные помехи. Общие и селективно-частотные замирания сигнала.

Тема 2. Типы фильтров.

Фильтры нижних и верхних частот. Полосовые и режекторные фильтры.

Раздел 3. Виды сигналов. Цифровой сигнал.

Тема 1. Искажения, возникающие при АЦП.

Искажения, возникающие за счет дискретизации. Искажения, возникающие за счет квантования.

Тема 2. Выбор частоты дискретизации и шага квантования.

Теорема Котельникова. Квантование стационарных и нестационарных сигналов.

Раздел 4. Понятие о системе и канале связи.

Тема 1. Подавление помех. Демодуляция, декодирование.

Подавление влияния внутри- и внеполосных помех. Основные виды демодуляторов.

Тема 2. Параметры системы связи.

Скорость передачи информации. Полоса занимаемых частот. Помехоустойчивость.

Раздел 5. Подавление помех путем фильтрации.

Тема 1. Проектирование основных типов нерекursивных фильтров.

Выбор порядка фильтра. Фазо-частотная и амплитудно-частотная характеристики фильтра.

Тема 2. Проектирование рекурсивных фильтров.

Выбор порядка фильтра. Фазо-частотная и амплитудно-частотная характеристики фильтра

Раздел 6. Обработка сигналов в перспективных системах связи.

Тема 1. Технология OFDM.

Подавление влияния межсимвольной интерференции. Использование БПФ и ОБПФ.

Тема 2. Технология MIMO.

Подавление замираний сигнала. Подавление помех.

Содержание лабораторных работ по дисциплине

Раздел 3. Виды сигналов. Цифровой сигнал.

Тема 2. Выбор частоты дискретизации и шага квантования

Теорема Котельникова. Квантование стационарных и нестационарных сигналов.

Название лабораторной работы 1 «Квантователь с постоянным шагом квантования».

Название лабораторной работы 2 «Квантователь с использованием компандирования».

Раздел 4. Понятие о системе и канале связи.

Тема 1. Подавление помех. Демодуляция, декодирование.

Подавление влияния внутри- и внеполосных помех. Основные виды демодуляторов.

Название лабораторной работы 1 «Измерение чувствительности и односигнальной частотной избирательности связного приемника».

Тема 2. Параметры системы связи. Скорость передачи информации. Полоса занимаемых частот. Помехоустойчивость.

Название лабораторной работы 2 «Исследование канала связи».

Раздел 5. Подавление помех путем фильтрации.

Тема 1. Проектирование основных типов нерекурсивных фильтров. Выбор порядка фильтра. Фазо-частотная и амплитудно-частотная характеристики фильтра.

Название лабораторной работы 2 «Фильтрация внеполосных и внутриполосных помех».

Раздел 6. Обработка сигналов в перспективных системах связи.

Тема 1. Технология OFDM. Подавление влияния межсимвольной интерференции. Использование БПФ и ОБПФ.

Название лабораторной работы 2 «Исследование помехоустойчивости OFDM демодулятора».

Содержание практических занятий по дисциплине

Раздел 1. Основные понятия теории передачи сигналов

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

Содержание практического занятия «Расчет энтропии и пропускной способности канала связи»

Раздел 2. Помехи и искажения сигнала. Фильтрация сигнала.

Тема 2. Типы фильтров. Фильтры нижних и верхних частот. Полосовые и режекторные фильтры.

Содержание практического занятия «Выбор типа фильтра для подавления комплекса помех»

Раздел 3. Виды сигналов. Цифровой сигнал.

Тема 2. Выбор частоты дискретизации и шага квантования. Теорема Котельникова. Квантование стационарных и нестационарных сигналов.

Содержание практического занятия «Расчет числа разрядов квантователя»

Раздел 4. Понятие о системе и канале связи.

Тема 2. Параметры системы связи. Скорость передачи информации. Полоса занимаемых частот. Помехоустойчивость.

Содержание практического занятия «Расчет скорости передачи информации»

Раздел 5. Подавление помех путем фильтрации.

Тема 1. Проектирование основных типов нерекурсивных фильтров. Выбор порядка фильтра. Фазо-частотная и амплитудно-частотная характеристики фильтра.

Содержание практического занятия «Проектирование основных типов фильтров».

Раздел 6. Обработка сигналов в перспективных системах связи.

Тема 1. Технология OFDM. Подавление влияния межсимвольной интерференции. Использование БПФ и ОБПФ.

Содержание практического занятия «Расчёт длительности информационных посылок подпотоков данных».

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

5.1. Текущий контроль успеваемости

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?

5.2. 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

5.3. Самостоятельная работа обучающегося.

СРС с лекционными материалами.

Вопросы, структурированные к СРС.

Тема 1. 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.

Тема 2. Помехи и искажения сигнала. Фильтрация сигнала

1. Какая помеха называется внутрисполосной:
 - 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.

Тема 3. 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.
3. Основная задача, решаемая технологией OFDM:
 - а) увеличение дальности связи;
 - б) повышение надежности скоростной связи в условиях города;
 - в) повышение секретности связи.

Фонд оценочных средств (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Книгообеспеченность

№ п/п	Название и выходные данные (автор, издательство, издание, количество страниц)	Год издан ия	Количество экземпляро в в библиотеке университе та	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
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 сигналов» для студентов ВлГУ, обучающихся по направлениям 11.03.01 «Радиотехника»	2018		http://dspace.www1.vlsu.ru/handle/123456789/7065
Дополнительная литература				
1.	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://dspace.www1.vlsu.ru/handle/123456789/1195
2.	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://dspace.www1.vlsu.ru/handle/123456789/3046
3.	В. Ф. Кравченко Цифровая обработка сигналов и изображений в радиофизических приложениях [Электронный ресурс] / В. Ф.	2007		http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922108713.htm

	Кравченко - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007, 544 с. - ISBN 978-5-9221-0871			
4.	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

6.2. 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.

6.3. Интернет ресурсы

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

<http://dspace.www1.vlsu.ru>

7. 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.504-3

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

- кафедральные мультимедийные средства (ауд. 301-3);
- наборы слайдов к лекциям;
- оборудование специализированной лаборатории (504-3, 410-3);
- программные среды: Matlab, Multisim.

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



Рецензент

ОАО «Владимирское КБ радиосвязи» Генеральный директор Богданов А.Е.



Программа рассмотрена и одобрена на заседании каф. РТ и РС

Протокол № 18 от 26.06.2019

Заведующий кафедрой РТ и РС [Signature] Никитин О.Р.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена

на заседании учебно-методической комиссии направления 11.03.01 «Радиотехника»

Протокол № 4 от 27.06.19 года

Председатель комиссии Никитин О.Р., заведующий кафедрой [Signature]

ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на 20/21 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 31.08.20 года

Заведующий кафедрой [Signature] О.Р. Никитин

Рабочая программа одобрена на 21/22 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 26.08.21 года

Заведующий кафедрой [Signature] О.Р. Никитин

Рабочая программа одобрена на 22/23 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 29.08.22 года

Заведующий кафедрой [Signature] М.М. Сергиева

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

«Обработка сигналов»

Образовательной программы направления подготовки 11.03.01 Радиотехника,
направленность (профиль) Радиотехнические устройства и системы

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание (номер и дата протокола заседания кафедры)
1			
2			

Заведующий кафедрой _____ / Никитин О.Р.