

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
_____ 23.05.2023

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Цифровые радиоприемные устройства

Направление подготовки

11.04.01 Радиотехника

Профиль подготовки

*Системы и устройства передачи, приема и
обработки сигналов*

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.)
2	144 / 4	16		16	3,6	0,35	35,95	81,4	Экз.(26,65)
Итого	144 / 4	16		16	3,6	0,35	35,95	81,4	26,65

Муром, 2023 г.

1. Цель освоения дисциплины

Цель дисциплины: ознакомление магистрантов с концептуальными основами построения цифровых радиоприемных устройств (РПрУ), изучение основных узлов современных цифровых РПрУ, методов математического описания и алгоритмов цифрового преобразования сигналов в различных радиотехнических системах.

Задачи дисциплины:

- изучение основных структурных схем при построении цифровых РПрУ и их узлов для демодуляции радиосигналов в различных радиотехнических системах;
- формирование представлений о методах проектирования цифровых РПрУ для конкретных информационных радиотехнических систем.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Цифровые радиоприемные устройства» — наука о цифровых методах обработки радиосигналов и применении цифровых методов и алгоритмов при приеме и демодуляции сигналов в различных радиотехнических системах. Курс базируется на знаниях, полученных студентами в области естественно-научных и специальных дисциплин. Базовые дисциплины: Математический аппарат теории сигналов и систем, Устройства приема и обработки сигналов, Методы и алгоритмы цифровой обработки сигналов, Радиотехнические системы передачи информации. Углубление и расширение вопросов, изложенных в данном курсе, будет осуществляться во время работы магистрантов над дисциплинами: Теория и техника радиолокации и радионавигации, Радиотехнические системы передачи информации, а также при выполнении Междисциплинарного курсового проекта и написании магистерских выпускных квалификационных работ.

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
ПК-1 Обладает способностью проводить исследования в целях совершенствования радиоэлектронных устройств и систем	ПК-1.3 Разрабатывает алгоритмы и проводит исследования в целях совершенствования функциональных узлов радиоэлектронных устройств	Знать алгоритмы и методы проведения исследований в целях совершенствования функциональных узлов радиоэлектронных устройств (ПК-1.3)	вопросы к устному опросу
ПК-2 Способность разрабатывать и модернизировать радиоэлектронные устройства и блоки	ПК-2.1 Разрабатывает структурные, функциональные и принципиальные схемы радиоэлектронных устройств и систем	Уметь разрабатывать структурные, функциональные и принципиальные схемы радиоэлектронных устройств и систем (ПК-2.1)	вопросы к устному опросу
	ПК-2.2 Использует средства компьютерного моделирования в целях модернизации и совершенствования радиоэлектронных устройств и блоков	Владеть средствами компьютерного моделирования в целях модернизации и совершенствования радиоэлектронных устройств и блоков (ПК-2.2)	

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

4.1. Форма обучения: очная

Уровень базового образования: высшее.

Срок обучения 2г.

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	Введение Области применения цифровых радиоприемных устройств.	2	2								устный опрос
2	Общие вопросы проектирования цифровых радиоприемных систем	2	4		4					41	устный опрос
3	Системы преобразования радиосигнала в цифровой	2	2		8					8	устный опрос
4	Системы обнаружения и классификации псевдошумовых сигналов	2	2		4						устный опрос
5	Системы частотной и фазовой автоподстройки	2	2							9	устный опрос
6	Демодуляторы и системы выделения информации	2	2							23	устный опрос
7	Заключение. Перспективы развития теории цифровых РПрУ	2	2							0,4	устный опрос
Всего за семестр		144	16		16			3,6	0,35	81,4	Экз.(26,65)
Итого		144	16		16			3,6	0,35	81,4	26,65

4.1.2. Содержание дисциплины

4.1.2.1. Перечень лекций

Семестр 2

Раздел 1. Введение Области применения цифровых радиоприемных устройств.

Лекция 1.

Введение Области применения и структурные схемы цифровых РПрУ (2 часа).

Раздел 2. Общие вопросы проектирования цифровых радиоприемных систем

Лекция 2.

Общие вопросы проектирования цифровых радиоприемных систем (2 часа).

Лекция 3.

Системы преобразования радиосигнала в цифровой (2 часа).

Раздел 3. Системы преобразования радиосигнала в цифровой

Лекция 4.

Комплексные сигналы и их получение с помощью цифровых устройств (2 часа).

Раздел 4. Системы обнаружения и классификации псевдошумовых сигналов

Лекция 5.

Преобразование Гильберта и его использование в ЦРПрУ (2 часа).

Раздел 5. Системы частотной и фазовой автоподстройки

Лекция 6.

Системы обнаружения и классификации псевдошумовых сигналов (2 часа).

Раздел 6. Демодуляторы и системы выделения информации

Лекция 7.

Демодуляторы и системы выделения информации (2 часа).

Раздел 7. Заключение. Перспективы развития теории цифровых РПрУ

Лекция 8.

Заключение. Перспективы развития теории цифровых РПрУ (2 часа).

4.1.2.2. Перечень практических занятий

Не планируется.

4.1.2.3. Перечень лабораторных работ

Семестр 2

Раздел 2. Общие вопросы проектирования цифровых радиоприемных систем

Лабораторная 1.

Исследование методов и цифровых устройств переноса спектра сигналов с промежуточной частоты (4 часа).

Раздел 3. Системы преобразования радиосигнала в цифровой

Лабораторная 2.

Квантование радиосигналов в цифровых радиоприемных устройствах (4 часа).

Лабораторная 3.

Исследование алгоритмов и параметров дискретизации радиосигналов (4 часа).

Раздел 4. Системы обнаружения и классификации псевдошумовых сигналов

Лабораторная 4.

Исследование методов и цифровых устройств формирования квадратурных составляющих сигналов (4 часа).

4.1.2.4. Перечень тем и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. Элементная база цифровых РПрУ. Устройства выборки и хранения (УВХ). Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи.
2. Устройства оценки параметров и нормирования уровня сигнала. Измерение времени прихода сложных сигналов.

3. Устройства нормирования уровня сигнала (цифровые устройства АРУ).
4. Цифровые синтезаторы частоты (ЦСЧ). Характеристики и требования. Косвенные ЦСЧ. Прямой цифровой синтез (DDS). Двухуровневые прямые ЦСЧ.
5. Цифровые фильтры в радиоприемных устройствах.
6. Эффекты квантования сигналов в цифровых фильтрах. Формы представления чисел в цифровых фильтрах.
7. Восходящие и нисходящие дискретные системы. Экспандер частоты дискретизации. Компрессор частоты дискретизации.
8. Простейшие восходящие дискретные системы.
9. Децимация частоты в цифровых РПрУ.
10. Простейшие нисходящие дискретные системы.
11. Многократные нисходящие дискретные системы.

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 освоения дисциплины «Цифровые РПрУ» применяется контактная технология преподавания (за исключением самостоятельно изучаемых студентами вопросов). Для реализации компетентного подхода предусматривается использование при подготовке по данной дисциплине активных и интерактивных форм проведения занятий. При проведении лабораторных работ применяется имитационный или симуляционный подход. Шаги решения задач 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. Галкин В.А. Основы программно-конфигурируемого радио. – М.: Горячая Линия–Телеком, 2013 - 372 с. - <http://ibooks.ru/reading.php?productid=333385>
2. Богомолов С.И. Введение в системы радиосвязи и радиодоступа. - Томск: ТУСУР, 2012 - <http://ibooks.ru/reading.php?productid=28015>
3. Сакалема Д.Ж. Подвижная радиосвязь. - М.: Горячая Линия–Телеком, 2012 - <http://ibooks.ru/reading.php?productid=334033>

7.2. Дополнительная учебно-методическая литература по дисциплине

1. Теория электрической связи: учебное пособие / К.К. Васильев, В.А. Глушков, А.В. Дормидонтов, А.Г. Нестеренко; под общ. ред. К.К. Васильева. - Ульяновск: УлГТУ, 2008. - 452 с. - <http://venec.ulstu.ru/lib/disk/2012/Vasiljev1.pdf>
2. Теоретические основы проектирования динамически реконфигурируемых систем обработки информации: учебное пособие. / Филиппов А. К. Владимир: ВлГУ, Дата публикации: 2010 - <http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/1371>

3. Пушкарев В.П. Устройства приема и обработки сигналов / Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - 2012. - 201с. - <http://www.iprbookshop.ru/13995.html>
4. Лузин В.И., Никитин Н.П., Гадзиковский В.И. Основы формирования, передачи и приема цифровой информации / М.: СОЛОН-ПРЕСС. - 2014. - 320с. - <http://www.iprbookshop.ru/26924.html>
5. Радиотехнические и телекоммуникационные системы - <http://www.rts-md.ru>

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), 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:

<http://dsp-book.narod.ru/>
<http://algolist.manual.ru/>
<http://www.autex.spb.ru/>
<http://www.walla.com>
<http://www.dspbook.km.ru>
<http://analog.com.ru>
www.rts-md.com

Программное обеспечение:

Microsoft Office Standard 2010 Open License Pack No Level Academic Edition
(Государственный контракт №1 от 10.01.2012 года)
Mozilla Firefox (MPL)
Adobe Reader XI (Общие условия использования продуктов Adobe)
Microsoft Windows 7 Professional (Программа Microsoft Azure Dev Tools for Teaching (Order Number: IM126433))
Microsoft Visual Studio (Программа Microsoft Azure Dev Tools for Teaching (Order Number: IM126433))
Notepad++ (GNU GPL 3)

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

ibooks.ru
venec.ulstu.ru
e.lib.vlsu.ru:80
iprbookshop.ru
rts-md.ru
dsp-book.narod.ru
algolist.manual.ru
autex.spb.ru
walla.com
dspbook.km.ru
analog.com.ru
rts-md.com

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лаборатория вычислительной техники

Стенд НТЦ-02.58 «Основы цифровой электроники и микропроцессорной техники»; стенд «Микропроцессорная техника» - 2 шт.; рабочая станция HP Core 2 DUO, 3 GHz; 2 GB, DVD-RW/HP 19" - 7 шт.; сигнальный микроконтроллер серии «Мультикор» MC24EM; сигнальный микропроцессор серии «Мультикор» MC12EM; интерактивная доска IQ Board PS S080 с проектором Acer; коммутатор 3 COM.

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.

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. Лабораторная работа проводится в компьютерном классе. Обучающиеся выполняют индивидуальную задачу компьютерного моделирования 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 *11.04.01 Радиотехника* и профилю подготовки *Системы и устройства передачи, приема и обработки сигналов*

Рабочую программу составил *д.т.н., профессор, Костров В.В.*_____

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры *РТ*

протокол № 18 от 10.05.2023 года.

Заведующий кафедрой *РТ* _____ *Ромашов В.В.*

(Подпись)

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

протокол № 9 от 19.05.2023 года.

Председатель комиссии *ФИТР* _____ *Рыжкова М.Н.*

(Подпись)

(Ф.И.О.)

Фонд оценочных материалов (средств) по дисциплине
Цифровые радиоприемные устройства

1. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине

Оценочные средства для текущего контроля знаний содержатся в <https://www.mivlgu.ru/iop/course/view.php?id=103>

Рейтинг-контроль 1

1. Области применения цифровых радиоприемных устройств.
 2. Принимаемые сигналы, принципы их преобразования и обработки. Разделение на аналоговую и цифровую часть.
 3. Особенности дискретизации сигналов на промежуточной частоте.
 4. Общая характеристика задачи вхождения в связь. Цифровые способы вхождения в связь по частоте. Синтезаторы частоты.
 5. Общие сведения о системах ЧАП и ФАПЧ.
 6. Перспективы развития теории цифровых радиоприемных устройств и систем.
- Направления микроминиатюризации радиоприемных устройств.

Рейтинг-контроль 2

1. Классификация радиоприемных устройств. Супергетеродинный приемник.
2. Методы дискретизации сигналов.
3. Выбор частоты дискретизации.
4. Выбор числа уровней квантования аналого-цифровых преобразователей (АЦП).
5. Методы формирования цифровых квадратурных составляющих.
6. Методы формирования квадратурных составляющих сигналов.
7. Цифровые гетеродины и синтезаторы частот ЦРПУ.
8. Методы и цифровые устройства переноса спектра сигналов с промежуточной частоты.
9. Методы и цифровые устройства демодуляции сигналов.

Рейтинг-контроль 3

1. Структурные схемы РПрУ.
 2. Переход от аналогового сигнала к цифровому.
 3. Системы частотной и фазовой автоподстройки. Применения различных критериев устойчивости.
 4. Преобразование сигнала в тракте цифрового РПрУ.
 5. Использование интерполяции в цифровых РПрУ.
 6. Построения функциональных схем цифровых РПрУ.
 7. Демодуляторы и системы выделения информации.
 8. Демодуляторы цифровых сигналов различных радиотехнических систем.
 9. Демодуляторы сигналов с аналоговыми видами модуляции.
 10. Демодуляторы сигналов с дискретными и цифровыми видами модуляции.
- Разомкнутые схемы демодуляторов.

Общее распределение баллов текущего контроля по видам учебных работ для студентов

Рейтинг-контроль 1	Устный опрос, 2 вопроса	20
Рейтинг-контроль 2	Устный опрос, 2 вопроса	20
Рейтинг-контроль 3	Устный опрос, 2 вопроса	20
Посещение занятий студентом		Баллы (до 5) включены в рейтинг-контроль

Дополнительные баллы (бонусы)	За публикацию статей по теме дисциплины, выступление с докладом на конференции	Баллы (до 5 за доклады и статьи) включены в рейтинг-контроль
Выполнение семестрового плана самостоятельной работы		Баллы (до 5) включены в рейтинг-контроль

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 содержатся в <https://www.mivlgu.ru/iop/course/view.php?id=103>

ПК-1.3

Блок 1 (знать)

Области применения цифровых радиоприемных устройств.

Классификация радиоприемных устройств.

Разомкнутые схемы демодуляторов.

Перспективы развития теории цифровых радиоприемных устройств и систем.

Направления микроминиатюризации радиоприемных устройств.

Принимаемые сигналы, принципы их преобразования и обработки.

Общие сведения о системах ЧАП и ФАПЧ.

Восходящие и нисходящие дискретные системы. Децимация частоты в цифровых РПрУ.

Блок 2 (уметь)

Выбор числа уровней квантования аналого-цифровых преобразователей (АЦП).

Формирование цифровых квадратурных составляющих.

Методы дискретизации сигналов. Выбор частоты дискретизации.

Демодуляторы и системы выделения информации.

Блок 3 (владеть)

Переход от аналогового сигнала к цифровому.

Особенности дискретизации сигналов на промежуточной частоте.

Демодуляторы цифровых сигналов различных радиотехнических систем.

Методы формирования квадратурных составляющих сигналов.

Преобразование сигнала в тракте цифрового РПрУ.

Методы и цифровые устройства демодуляции сигналов.

ПК-2.1

Блок 1 (знать)

Супергетеродинный приемник.

Синтезаторы частоты в ЦРПрУ.

Блок 2 (уметь)

Структурные схемы РПрУ.

Цифровые гетеродины и синтезаторы частот ЦРПрУ.

Блок 3 (владеть)

Использование интерполяции в цифровых РПрУ.

Методы и цифровые устройства переноса спектра сигналов с промежуточной частоты.

ПК-2.2

Блок 1 (знать)

Демодуляторы сигналов с дискретными и цифровыми видами модуляции.

Разделение РПрУ на аналоговую и цифровую часть.

Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи в цифровых РПрУ.

Блок 2 (уметь)

Демодуляторы сигналов с аналоговыми видами модуляции.
 Цифровые синтезаторы частоты прямого синтеза в цифровых РПУ.
 Блок 3 (владеть)
 Использование интерполяции в цифровых РПУ.
 Методы и цифровые устройства переноса спектра сигналов с промежуточной частоты.

Методические материалы, характеризующие процедуры оценивания

На основе вопросов к экзамену по курсу «Цифровые радиоприемные устройства» для студентов направления 11.04.01 «Радиотехника» составлен типовой набор билетов. Время подготовки – до 45 минут. На основе ответов на экзаменационные вопросы, индивидуальные вопросы для каждого студента формируется экзаменационный рейтинг. Результатом экзамена является процент правильных ответов, с учетом индивидуального семестрового рейтинга студента формируется экзаменационная оценка.

Вопросы для подготовки к экзамену содержатся в -
<https://www.mivlgu.ru/iop/mod/folder/view.php?id=16399>

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	Высокий уровень
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	Продвинутый уровень

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	<i>Пороговый уровень</i>
Менее 50	«Неудовлетворительно»	Содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки	<i>Компетенции не сформированы</i>

3. Задания в тестовой форме по дисциплине

Примеры заданий:

I: Вопрос 20

S: Как осуществляется выбор разрядности АЦП при известном динамическом диапазоне (дБ)?

I: Вопрос 21

S: Назовите источники шумов при квантовании сигнала, объясните причины возникновения этих шумов

I: Вопрос 22

S: Шаг квантования АЦП составляет 0,34641 мВ. Найдите дисперсию шума квантования ()

I: Вопрос 23

S: Шаг квантования АЦП составляет 0,34641 мВ. Найдите СКО шума квантования (мВ)

I: Вопрос 24

S: Из каких соображений задается уровень сигнала на входе АЦП ?

СКО сигнала не должно превышать максимальное напряжение полной шкалы АЦП
 максимальный уровень сигнала не должно превышать максимальное напряжение полной шкалы АЦП

дисперсия сигнала не должна превышать максимальное напряжение полной шкалы АЦП

уровень сигнала должен быть меньше шага квантования

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=103&category=31905%2C770&qshowtext=0&qshowtext=1&recurse=0&showhidden=0&showhidden=1>

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