

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

**УТВЕРЖДАЮ**
Декан факультета
Небольсин В.А.
«31» августа 2018г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

**«Цифровые алгоритмы обнаружения и демодуляции
радиосигналов»**

Направление подготовки 11.04.01 Радиотехника

Профиль Радиотехнические средства обработки и защиты информации в
каналах связи

Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2018

Автор программы  /Литвиненко В.П./

Заведующий кафедрой
Радиотехники  /Матвеев Б.В./

Руководитель ОПОП  /Матвеев Б.В./

Воронеж 2018

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Изучение современных цифровых алгоритмов обнаружения и демодуляции радиосигналов и методов их реализации.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

- 1) изучение методов обнаружения и демодуляции радиосигналов;
- 2) изучение методов цифровой обработки сигналов;
- 3) изучение возможностей практической реализации алгоритмов обнаружения и демодуляции радиосигналов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Цифровые алгоритмы обнаружения и демодуляции радиосигналов» относится к дисциплинам базовой части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Цифровые алгоритмы обнаружения и демодуляции радиосигналов» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-1-Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественно научную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора

ОПК-2-Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы

ОПК-4-Способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-1	Знать возможности алгоритмов обнаружения и демодуляции радиосигналов
	Уметь анализировать процедуры обнаружения и демодуляции радиосигналов.
	Владеть методами анализа процедур обнаружения и демодуляции радиосигналов.
ОПК-2	Знать методы обнаружения и демодуляции радиосигналов
	Уметь применять методы обнаружения и демодуляции радиосигналов.
	Владеть методами обнаружения и демодуляции радиосигналов
ОПК-4	Знать возможности программного обеспечения

	моделирования и разработки устройств обнаружения и демодуляции радиосигналов
	Уметь использовать программное обеспечение моделирования и разработки устройств обнаружения и демодуляции радиосигналов
	Владеть программным обеспечением.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Цифровые алгоритмы обнаружения и демодуляции радиосигналов» составляет 33.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		3
Аудиторные занятия (всего)	70	70
В том числе:		
Лекции	40	40
Лабораторные работы (ЛР)	30	30
Самостоятельная работа	38	38
Виды промежуточной аттестации – зачет	+	+
Общая трудоемкость академические часы з.е.	108 3	108 3

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Введение	Задачи обнаружения и демодуляции радиосигналов, модели радиосигналов	2		4	6
2	Цифровое представление радиосигналов	Свойства цифрового описания сигналов, спектральное описание, корреляционные характеристики. Преобразование частоты, DOWN-конвертеры	6	8	4	18
3	Обнаружение радиосигналов	Классическая теория обнаружения сигналов. Спектральные методы обнаружения. Радиомониторинг. Обнаружение узкополосных радиосигналов, алгоритмы, помехоустойчивость.	8	4	6	18
4	Алгоритмы демодуляции сигналов с АМ	Сигналы с АМ, демодуляция, цифровые алгоритмы демодуляции, характеристики помехоустойчивости.	4	4	6	14
5	Алгоритмы демодуляции сигналов с ЧМ	Сигналы с ЧМ, частотный детектор, цифровые алгоритмы демодуляции, характеристики помехоустойчивости.	6	4	4	14
6	Алгоритмы демодуляции сигналов с ФМ	Сигналы с Ф и ОФМ, фазовый детектор, цифровые алгоритмы демодуляции, характеристики помехоустойчивости.	6	4	4	14
7	Моделирование	Программное обеспечение, универсальные	4	4	4	12

	алгоритмов демодуляции радиосигналов	программы, модели в MathCADиMATLAB				
8	Реализация алгоритмов цифровой обработки	Программная реализация на микропроцессорах. Реализация на ПЛИС, программной обеспечении.	4	2	6	12
Итого			40	30	38	108

5.2. Перечень лабораторных работ

1. Ознакомительная.
2. Моделирование сигналов
3. Дискретизация сигнала.
4. Моделирование цифрового обнаружителя узкополосного радиосигнала.
5. Моделирование цифрового обнаружителя фазоманипулированного сигнала.
6. Моделирование цифрового детектора сигнала с АМ.
7. Моделирование демодулятора сигналов с ФМ.
8. Заключительное занятие.

Преподаватель может предлагать студентам усложненные лабораторные задания по моделированию и реализации на ПЛИС алгоритмов обнаружения и демодуляции радиосигналов.

Лабораторные работы выполняются на компьютерах дисплейного класса кафедры радиотехники.

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Неаттестован
ОПК-1	Знать возможности алгоритмов обнаружения и	Выполнение заданий.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в

	демодуляции радиосигналов		рабочих программах	рабочих программах
	Уметь анализировать процедуры обнаружения и демодуляции радиосигналов.	Выполнение заданий.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть методами анализа процедур обнаружения и демодуляции радиосигналов.	Выполнение расчетов характеристик алгоритмов.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ОПК-2	Знать методы обнаружения и демодуляции радиосигналов	Выполнение заданий.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь применять методы обнаружения и демодуляции радиосигналов.	Выполнение заданий по моделированию.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть методами обнаружения и демодуляции радиосигналов	Выполнение заданий по моделированию	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ОПК-4	Знать возможности программного обеспечения моделирования и разработки устройств обнаружения и демодуляции радиосигналов	Выполнение заданий.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь использовать программное обеспечение моделирования и разработки устройств обнаружения и демодуляции радиосигналов	Выполнение заданий по моделированию.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть программным обеспечением.	Решение задач по программированию.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 3 семестре для очной формы обучения по двух балльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность	Критерии оценивания	Зачтено	Незачтено
-------------	---	---------------------	---------	-----------

	компетенции			
ОПК-1	Знать возможности алгоритмов обнаружения и демодуляции радиосигналов	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь анализировать процедуры обнаружения и демодуляции радиосигналов.	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть методами анализа процедур обнаружения и демодуляции радиосигналов.	Решение задач.	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ОПК-2	Знать методы обнаружения и демодуляции радиосигналов	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь применять методы обнаружения и демодуляции радиосигналов.	Решение стандартных практических задач.	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть методами обнаружения и демодуляции радиосигналов	Решение задач.	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ОПК-4	Знать возможности программного обеспечения моделирования и разработки устройств обнаружения и демодуляции радиосигналов	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь использовать программное обеспечение моделирования и разработки устройств обнаружения и демодуляции радиосигналов	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть программным обеспечением.	Решение заданий по программированию.	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2. Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

Задание 1. Минимальная частота дискретизации сигнала с шириной спектра 100 кГц равна ... (200).

Задание 2. Минимальная частота дискретизации АМ сигнала с несущей частотой $f=10$ МГц и шириной спектра модулирующего сигнала $F=10$ кГц равна ... кГц (2020).

Задание 3. Число проверочных символов в двоичном коде Хеммигна (7,4) равно. (3)

Задание 4. Длина последовательности Уолша с четырьмя кодовыми комбинациями равна ... (16).

Задание 5. Индекс частотной модуляции сигнала с тональной ЧМ с девиацией частоты 100 кГц и частотой модулирующего сигнала 10 кГц равен ... (10).

Задание 6. Глубина модуляции сигнала с АМ при амплитуде несущей 1 В и амплитуде модулирующего сигнала 0,5 В равна ... % (50).

Задание 7. Число кодовых комбинаций в двоичном коде Хеммигна (7,4) равно. (16).

Задание 8. База широкополосного сигнала (ШПС) на базе двоичных последовательностей с длительностью информационного символа 100 мкс и длительностью элемента 1 мкс равна ... (100).

Задание 9. Двоичный регистр сдвига с 10-ю триггерами позволяет сформировать M-последовательность с периодом ... элементов (1023).

Задание 10. С усилением корреляционных связей случайного процесса ширина спектра: (3)

- 1) увеличивается
- 2) не меняется
- 3) уменьшается

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

Задание 1. Разработать программу моделирования сигнала с АМ.

Задание 2. Разработать программу моделирования гауссовского случайного процесса.

Задание 3. Разработать программу моделирования сигнала с двоичной частотной манипуляцией.

Задание 4. Разработать программу моделирования сигнала с двоичной фазовой манипуляцией.

Задание 5. Разработать программу моделирования процедуры дискретизации гауссовского случайного процесса.

Задание 6. Разработать программу моделирования процедуры дискретизации сигнала с АМ.

Задание 7. Разработать программу спектрального анализа сигнала с АМ.

Задание 8. Разработать программу спектрального анализа гауссовского случайного процесса.

Задание 9. Разработать программу спектрального анализа сигнала с двоичной ФМ.

Задание 10. Разработать программу оценки корреляционной функции гауссовского случайного процесса.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

(задания не предусмотрены)

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Радиосигналы, их виды и описание.
2. Случайные процессы, их описание и свойства.
3. Спектральное описание сигналов и помех.
4. Постановка задачи обнаружение сигналов, критерии принятия решения.
5. Классическая теория обнаружения, простейшие алгоритмы, основные результаты.
6. Цифровое представление сигналов и помех, их дискретизация.
7. Виды модуляции радиосигналов, основные свойства.
8. Цифровой алгоритм обнаружения узкополосных сигналов.
9. Цифровой алгоритм обнаружения сигналов с фазовой манипуляцией.
10. Цифровой алгоритм демодуляции сигналов с АМ.
11. Цифровой алгоритм демодуляции сигналов с ЧМ.
12. Цифровой алгоритм когерентной демодуляции сигналов с ФМ.
13. Цифровой алгоритм когерентной демодуляции сигналов с ОФМ.
14. Цифровой алгоритм некогерентной демодуляции сигналов с ОФМ.

15. Синхронизация демодуляторов, виды и основные требования.
16. ПЛИС, характеристики и свойства.
17. Методы проектирования аппаратуры на ПЛИС.
18. Программная реализация цифрового алгоритма демодуляции сигналов, пример.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Введение	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4	Тест, защита лабораторных работ
2	Цифровое представление радиосигналов	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4	Тест, защита лабораторных работ
3	Обнаружение радиосигналов	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4	Защита лабораторных работ
4	Алгоритмы демодуляции сигналов с АМ	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4	Защита лабораторных работ
5	Алгоритмы демодуляции сигналов с ЧМ	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4	Защита лабораторных работ
6	Алгоритмы демодуляции сигналов с ФМ	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4	Защита лабораторных работ
7	Моделирование алгоритмов демодуляции радиосигналов		Защита лабораторных работ
8	Реализация алгоритмов цифровой обработки		Защита лабораторных работ

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п.п.	Тип носителя	Наименование	Кол-во	Книгоо беспеч.
1	Эл	Цифровая обработка сигналов : учебное пособие / Алан Оппенгейм. - Москва : Техносфера, 2012. - 1048 с. - ISBN 978-5-94836-329-5. URL: http://www.iprbookshop.ru/26906.html	неогр	1
2	Эл	Гадзиковский, В. И. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие / Гадзиковский В. И. - Москва : СОЛОН-ПРЕСС, 2013. - 766 с. - ISBN 978-5-91359-117-3.URL: http://www.iprbookshop.ru/26929.html	неогр	1
3	Эл	Хафизов, Д. Г. Цифровая обработка сигналов : лабораторный практикум. 1 / Д.Г. Хафизов, Р.Г. Хафизов, С.А. Охотников; Поволжский государственный технологический университет. - Йошкар-Ола : ПГТУ, 2018. - 72 с. : ил. - Библиогр.: с. 69. - ISBN 978-5-8158-2003-6. URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=494308	неогр	1
4	печ	Литвиненко, Владимир Петрович. Моделирование случайных процессов [Текст] : учебное пособие / ФГБОУ ВО "Воронеж. гос. техн. ун-т". - Воронеж : Воронежский государственный технический университет, 2017 (Воронеж : Участок оперативной полиграфии изд-ва ВГТУ, 2017). - 174 с. : ил. - Библиогр.: с. 169-170 (18 назв.). - 68-08.	18	0,5
5	печ	Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Цифровые алгоритмы обнаружения и демодуляции радиосигналов», 2018 г 165-2008	40	1

8.2.Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая

перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Офисный пакет приложений MicroSoftOffice, Веб-браузер Internet Explorer; Open Office Text; Open Office Calc. Свободно распространяемое ПО. Научная электронная библиотека eLibrary (www. eLibrary.ru)

Математические и моделирующие программы свободного доступа в сети «Интернет»

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Дисплейный класс кафедры радиотехники – 22 ЭВМ.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Цифровые алгоритмы обнаружения и демодуляции радиосигналов».


Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности

	лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"> - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

Лист регистрации изменений

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1	<p>Актуализирован раздел 8.1 в части состава учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.</p> <p>Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем.</p>	31.08.2019	
2	<p>Актуализирован раздел 8.1 в части состава учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.</p> <p>Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем.</p>	31.08.2020	