

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор -
проректор по образовательной
деятельности

Бородавкин В.А.

« 31 » 20 19

М.П.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВНаправление/специальность
подготовки

11.05.02 Специальные радиотехнические системы

Специализация/профиль/
программа подготовки

Средства и комплексы радиоэлектронной борьбы

Уровень высшего образования

Специалитет

Форма обучения

Очная

Факультет

И Информационных и управляющих систем

Выпускающая кафедра

И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Кафедра-разработчик рабочей
программы

И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
4	8	4	144	68	34	0	34	76	0	0	76	ЭКЗ.

Начальник отдела основных
образовательных программ
Русина А.А./


ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

11.05.02 Специальные радиотехнические системы

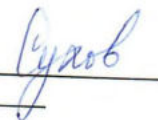
Программу составил:

Кафедра И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
Безруков Александр Владимирович, к.т.н., снс



Эксперт:

Сухов Т.М. рук. ЕЭС сист. управления
по радиотехн. системам



Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ**

Заведующий кафедрой Страхов С.Ю., д.т.н., доц.



Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры рабочей программы

И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Заведующий кафедрой Страхов С.Ю., д.т.н., доц.



ФАКУЛЬТЕТ "И" ИНФОРМАЦИОННЫХ И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ

Декан Страхов С.Ю., д.т.н., доц.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Оценочные средства и методики их применения
- Приложение 4. Лист изменений, вносимых в рабочую программу

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПСК-2 — способность проводить экспериментальные исследования, моделирование объектов и процессов в целях анализа и оптимизации параметров радиоэлектронных средств и апробации перспективных технических решений
ОПК-2 — способность использовать языки и системы программирования, программные средства общего назначения, инструментальные средства компьютерного моделирования для решения различных исследовательских и профессиональных задач
ОПК-5 — способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники в своей профессиональной деятельности
ОПК-6 — способность применять основные методы и средства получения, хранения, обработки информации в сфере профессиональной деятельности
ОПК-7 — способность применять методы анализа и расчета характеристик радиотехнических цепей, аналоговых и цифровых узлов современной электроники

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-2

знания:

студент должен усвоить, что развитие микроэлектроники приводит к неуклонному расширению степени внедрения методов цифровой обработки сигналов в радиотехнические устройства и системы. При этом, переход от аналоговых методов обработки к цифровым, с одной стороны, позволяет реализовать некоторые процедуры обработки недоступные аналоговым методам, а с другой, накладывает ряд ограничений на обрабатываемые сигналы;

умения:

умения:

теоретические:

- разрабатывать алгоритмы цифровой обработки сигналов, обеспечивающие выполнение заданных требований

практические:

- нахождение прямого и обратного Z - преобразования сигналов и передаточных функций дискретных систем

- расчет коэффициентов передаточных функций КИХ и БИХ фильтров по заданным характеристикам

- вычисление быстрой свертки

- вычисление прямого и обратного ДПФ;

навыки:

расчет указанных практических умений с помощью прикладных программ.

ОПК-2

знания:

студент должен знать основные нормы, правила и терминологию в области программирования;

умения:

теоретические:

- разрабатывать алгоритмы цифровой обработки сигналов, обеспечивающие выполнение заданных требований

практические:

- использование языков и систем программирования для нахождения характеристик и параметров сигналов;

навыки:

расчет указанных практических умений с помощью прикладных программ.

ОПК-5

знания:

на уровне представлений:

- студент должен усвоить, что развитие микроэлектроники приводит к неуклонному расширению степени внедрения методов цифровой обработки сигналов в радиотехнические устройства и системы. При этом, переход от аналоговых методов обработки к цифровым, с одной стороны, позволяет реализовать некоторые процедуры обработки недоступные аналоговым методам, а с другой, накладывает ряд ограничений на обрабатываемые сигналы;

умения:

теоретические:

- понимание современных методов цифровой обработки практические:
- нахождение прямого и обратного Z - преобразования сигналов и передаточных функций дискретных систем;
- расчет коэффициентов передаточных функций КИХ и БИХ фильтров по заданным характеристикам;
- вычисление быстрой свертки;;
- навыки:
- расчет указанных практических умений с помощью прикладных.

ОПК-6

знания:
студент должен усвоить, что развитие микроэлектроники приводит к неуклонному расширению степени внедрения методов цифровой обработки сигналов в радиотехнические устройства и системы. При этом, переход от аналоговых методов обработки к цифровым, с одной стороны, позволяет реализовать некоторые процедуры обработки недоступные аналоговым методам, а с другой, накладывает ряд ограничений на обрабатываемые сигналы;

умения:
теоретические:
- разрабатывать алгоритмы цифровой обработки сигналов, обеспечивающие выполнение заданных требований

практические:
- нахождение прямого и обратного Z - преобразования сигналов и передаточных функций дискретных систем

- расчет коэффициентов передаточных функций КИХ и БИХ фильтров по заданным характеристикам

- вычисление быстрой свертки

- вычисление прямого и обратного ДПФ;

навыки:

расчет указанных практических умений с помощью прикладных программ.

ОПК-7

знания:

на уровне воспроизведения:

- сведения по математическому описанию дискретных систем и сигналов и методам их дискретного преобразования;

умения:

теоретические:

- разработка методов анализа и расчета характеристик радиотехнических цепей, аналоговых и цифровых узлов

практические:

- нахождение прямого и обратного Z - преобразования сигналов и передаточных функций дискретных систем

- расчет коэффициентов передаточных функций КИХ и БИХ фильтров по заданным характеристикам

- вычисление быстрой свертки;

навыки:

расчет указанных практических умений.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *11.05.02 Специальные радиотехнические системы*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ЭЛЕКТРОННЫЕ И МИКРОЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ, ЦИФРОВЫЕ И ИМПУЛЬСНЫЕ УСТРОЙСТВА, РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **РАДИОНАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ (РНС), ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ, РАДИОСИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ, ОСНОВЫ ТЕЛЕВИДЕНИЯ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен использовать в профессиональной деятельности основные законы естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований, приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии
- ОПК-5 — Способен учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники в своей профессиональной деятельности
- ОПК-6 — Способен применять основные методы и средства получения, хранения, обработки информации в сфере профессиональной деятельности
- ОПК-7 — Способен применять методы анализа и расчета характеристик радиотехнических цепей, аналоговых и цифровых узлов современной электроники
- ОПК-9 — Способен осваивать работу на современном измерительном, диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения научно-технических задач в области радиотехники
- ПСК-2 — Способен проводить экспериментальные исследования, моделирование объектов и процессов в целях анализа и оптимизации параметров радиоэлектронных средств и апробации перспективных технических решений

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с принципами работы полупроводниковых приборов различного назначения.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекционные занятия, практические занятия, самостоятельная работа студента, консультации. Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в виде контрольных работ, рубежный контроль в форме успешного написания одной контрольной работы и итоговый контроль в форме экзамена.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %				
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПСК-2	ОПК-2	ОПК-5	ОПК-6	ОПК-7
4	8	Раздел 1. Введение. 1.1 Сравнение аналоговых и цифровых методов обработки сигналов. 1.2 Преимущества и недостатки цифровой обработки сигналов. Области применения и возможности ЦОС.	20	10	2	8	10	10	10	10	10	20
4	8	Раздел 2. Дискретные сигналы. 2.1. Дискретизация непрерывных сигналов. Дискретизация как частный случай модуляции. Аналитическое описание дискретизированных сигналов. Спектры дискретизированных сигналов. 2.2. Z - преобразование дискретизированных сигналов. Преобразование Лапласа дискретизированного сигнала. Представление дискретизированных сигналов в комплексной плоскости. Соотношение между плоскостью Р и плоскостью Z. Z - преобразование. Общие соотношения между сигналами и положениями полюсов. Обратное Z - преобразование. Свойства Z - преобразования.	14	4	4	0	10	10	10	20	10	20
4	8	Раздел 3. Дискретные системы.	30	20	4	16	10	20	20	20	20	10

		<p>3.1. Основные свойства дискретных систем. Составные элементы дискретных систем. Уравнение дискретной системы. Разностные уравнения и передаточные функции. Рекурсивные и нерекурсивные цифровые фильтры. Полюсы и нули передаточных функций. Устойчивость цифровых фильтров. Частотная характеристика и ее связь с передаточной функцией и импульсной характеристикой.</p> <p>3.2. Формы реализации цифровых фильтров. Переход от передаточной функции к структуре фильтра. Каноническая и неканоническая формы реализации цифровых фильтров. Последовательная, параллельная, биквадратная, каскадная формы реализации ЦФ.</p>										
4	8	<p>Раздел 4. Методы синтеза цифровых фильтров.</p> <p>4.1. Синтез цифровых фильтров с конечной импульсной характеристикой. Нерекурсивные ЦФ с линейной ФЧХ. Минимально-фазовые нерекурсивные фильтры. Основные этапы проектирования нерекурсивных фильтров. Формулировка задач аппроксимации, критерии. Методы решения задач аппроксимации.</p> <p>4.2. Синтез цифровых фильтров с бесконечной импульсной характеристикой. Основные принципы преобразования непрерывных фильтров в цифровые. Прямое Z - преобразование. Билинейное преобразование. Аппроксимация в процессе синтеза рекурсивного цифрового фильтра. Аналитические методы синтеза рекурсивных цифровых фильтров. Определение передаточной функции рекурсивного цифрового фильтра с помощью билинейного преобразования на ПЭВМ.</p> <p>4.3. Эффекты квантования и шумы в ЦФ.</p>	26	16	6	10	10	10	10	10	20	10

		Ошибки, связанные с конечной разрядностью АУ ЦФ. Ошибки округления и усечения коэффициентов передаточных функций ЦФ. Оценки шумов квантования выходного сигнала в ЦФ. Оценка диапазона изменения сигнала в ЦФ.												
4	8	Раздел 5. Преобразование сигналов в дискретных системах. 5.1. Дискретное преобразование Фурье. Общие сведения. Переход от обычного к дискретному преобразованию Фурье. Свойства ДПФ. Алгоритм вычисления ДПФ. Возможности применения алгоритма ДПФ для вычисления ОДПФ. Понятие о быстром преобразовании Фурье. Свойства алгоритма БПФ с основанием 2 и прореживанием по времени. 5.2. Возможные применения алгоритмов БПФ. Дискретная свертка и ее вычисление. Круговая свертка. Линейная свертка. Методы быстрого вычисления свертки. Спектральный анализ с применением БПФ. некоторые характеристики спектрального анализа. Особенности спектрального анализа случайных процессов. 5.3. Двумерная обработка сигналов. Понятие о двумерной цифровой обработке сигналов. Двумерные цифровые системы и сигналы. Двумерные разностные уравнения. Двумерное Z - преобразование. Двумерное ДПФ. Двумерные БИХ и КИХ фильтры.	16	6	6	0	10	20	20	10	20	20		
4	8	Раздел 6. Методы нелинейной цифровой обработки сигналов. 6.1. Цифровые методы детектирования сигналов. Построение синхронных цифровых детекторов. Погрешность оценки амплитуды сигнала цифровым методом. Влияние шумов на оценку амплитуды сигнала. Построение фазовых цифровых детекторов.	16	6	6	0	10	10	20	10	10	10		

Всего по дисциплине	144	68	34	34	76	100	100	100	100	100
---------------------	-----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Введение.	Определение характеристик формирующего фильтра для моделирования случайных процессов с заданными характеристиками	8
2	Раздел 3. Дискретные системы.	Расчет рекурсивного фильтра с заданными характеристиками	8
3		Определение реализационных характеристик фильтра БИХ с учетом эффектов конечной разрядности	8
4	Раздел 4. Методы синтеза цифровых фильтров.	Определение характеристик (СПМ и КФ) случайного процесса на выходе фильтра БИХ	10
Всего за 8 семестр			34

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Введение.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 1	10
2	Раздел 2. Дискретные сигналы.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 2	10
3	Раздел 3. Дискретные системы.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 3	10
4	Раздел 4. Методы синтеза цифровых фильтров.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 4 с использованием рекомендуемой литературы	10
5	Раздел 5. Преобразование сигналов в дискретных системах.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 5 с использованием рекомендуемой литературы	10
6	Раздел 6. Методы нелинейной цифровой обработки сигналов.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 6 с использованием рекомендуемой литературы	10
7	Раздел 7. Применение методов цифровой обработки сигналов.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 7 с использованием рекомендуемой литературы	16
Всего за 8 семестр			76

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
8		ЗДЧ		ЗДЧ		ЗДЧ	Контр.Р.	ЗДЧ	Т			ЗДЧ		Контр.Р.	ЗДЧ	Т	Вопр. Экз

Условные обозначения:

- Контр.Р. – контрольная работа;
- ЗДЧ – задачи;
- Т – тест;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену.

Текущая аттестация студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- контрольная работа;
- задачи;
- тест;

- вопросы к экзамену.

Рубежная аттестация студентов производится по итогам половины семестра в следующих формах:

- контрольная работа;
- задачи;
- тест.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. В. Безруков. Основы цифровой обработки сигналов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, эл. рес.
2. О. С. Вадутов. Электроника. Математические основы обработки сигналов. Москва: Юрайт, 2020, эл. рес.
3. О. С. Вадутов. Электроника. Математические основы обработки сигналов. Москва: Юрайт, 2020, эл. рес.
4. С. Н. Воробьев. Цифровая обработка сигналов. М.: Академия, 2013, 28 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. А. Б. Сергиенко. Цифровая обработка сигналов. М.: Питер, 2006, 3 экз.

5.3. Периодические издания:

1. Информационно-измерительные и управляющие системы.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://library.voenmeh.ru/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
2. <https://urait.ru/> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
3. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань.

5.5. Программное обеспечение:

1. Mathcad Education - University Edition Term;
2. Matlab 2015a SP1;
3. NI Multisim - академическая версия.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

1. Проектор;
2. Интерактивная доска.

6.2. Практические занятия:

1. Проектор;
2. Интерактивная доска;
3. Mathcad Education - University Edition Term;
4. Matlab 2015a SP1;
5. NI Multisim - академическая версия.

6.3. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению **11.05.02 Специальные радиотехнические системы**. Дисциплина реализуется на факультете И Информационных и управляющих систем БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ.

Дисциплина нацелена на формирование компетенций:

ПСК-2 способность проводить экспериментальные исследования, моделирование объектов и процессов в целях анализа и оптимизации параметров радиоэлектронных средств и апробации перспективных технических решений;

ОПК-2 способность использовать языки и системы программирования, программные средства общего назначения, инструментальные средства компьютерного моделирования для решения различных исследовательских и профессиональных задач;

ОПК-5 способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники в своей профессиональной деятельности;

ОПК-6 способность применять основные методы и средства получения, хранения, обработки информации в сфере профессиональной деятельности;

ОПК-7 способность применять методы анализа и расчета характеристик радиотехнических цепей, аналоговых и цифровых узлов современной электроники.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с принципами работы полупроводниковых приборов различного назначения.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекционные занятия, практические занятия, самостоятельная работа студента, консультации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в виде контрольных работ, рубежный контроль в форме успешного написания одной контрольной работы и итоговый контроль в форме экзамена.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

Текущая аттестация студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- контрольная работа;
- задачи;
- тест;
- вопросы к экзамену.

Рубежная аттестация студентов производится по итогам половины семестра в следующих формах:

- контрольная работа;
- задачи;
- тест.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (34 ч.), практические занятия (34 ч.), самостоятельная работа студента (76 ч.).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 76 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о порядке проведения промежуточной аттестации студентов БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Введение.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 1	О. С. Вадутов. Электроника. Математические основы обработки сигналов: Москва: Юрайт, 2020 (1.1-1.2)	10
Итого по разделу 1		10
Раздел 2. Дискретные сигналы.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 2	О. С. Вадутов. Электроника. Математические основы обработки сигналов: Москва: Юрайт, 2020 (2.2)	10
Итого по разделу 2		10
Раздел 3. Дискретные системы.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 3	С. Н. Воробьев. Цифровая обработка сигналов: М.: Академия, 2013 (4.1-4.5)	10
Итого по разделу 3		10
Раздел 4. Методы синтеза цифровых фильтров.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 4 с использованием рекомендуемой литературы	С. Н. Воробьев. Цифровая обработка сигналов: М.: Академия, 2013 (9.1-9.2) А. Б. Сергиенко. Цифровая обработка сигналов: М.: Питер, 2006 (1-10)	10
Итого по разделу 4		10
Раздел 5. Преобразование сигналов в дискретных системах.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 5 с использованием рекомендуемой литературы	О. С. Вадутов. Электроника. Математические основы обработки сигналов: Москва: Юрайт, 2020 (3.1-3.5) А. Б. Сергиенко. Цифровая обработка сигналов: М.: Питер, 2006 (1-10)	10
Итого по разделу 5		10
Раздел 6. Методы нелинейной цифровой обработки сигналов.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 6 с использованием рекомендуемой литературы	О. С. Вадутов. Электроника. Математические основы обработки сигналов: Москва: Юрайт, 2020 (4-6) С. Н. Воробьев. Цифровая обработка сигналов: М.: Академия, 2013 (5-6)	10
Итого по разделу 6		10
Раздел 7. Применение методов цифровой обработки сигналов.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 7 с использованием рекомендуемой литературы	А. В. Безруков. Основы цифровой обработки сигналов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (1-6)	16

	Г.-Г. Штарк. Применение вейвлетов для ЦОС: М.: Техносфера, 2007 (1-3)	
Итого по разделу 7		16

ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- задачи;
- тест;
- контрольная работа;
- вопросы к экзамену.

Критерии оценивания

Задачи

Результаты выполнения каждой задачи оценивается - зачтено/незачтено. Студент должен решить задачу и объяснить этапы решения

Тест

Если студент не писал контрольную работу или написал ее с оценкой «неудовлетворительно», то для получения допуска к экзамену ему предлагается пройти тест из 10 вопросов. Тест считается пройденным успешно, если студент правильно ответил на 7 и более вопросов.

Контрольная работа

Результаты выполнения каждой контрольной работы оцениваются по четырехбалльной шкале («отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно»). Контрольная работа №1 включает в себя задачу и два теоретических вопроса. Для получения оценки «удовлетворительно» необходимо правильно решить одну задачу. Более высокая оценка формируется с учетом ответов на теоретические вопросы.

Контрольная работа №2 включает в себя задачу и два теоретических вопроса. Для получения оценки «удовлетворительно» необходимо правильно решить одну задачу. Более высокая оценка формируется с учетом ответов на теоретические вопросы.

Перечень вопросов к контрольной работе №1

1. Сравнение аналоговых и цифровых методов обработки сигналов.
2. Преимущества и недостатки цифровой обработки сигналов. Области применения и возможности ЦОС.
3. Дискретизация непрерывных сигналов.
4. Аналитическое описание дискретизированных сигналов.
5. Спектры дискретизированных сигналов.
6. Z - преобразование дискретизированных сигналов.
7. Преобразование Лапласа дискретизированного сигнала.
8. Представление дискретизированных сигналов в комплексной плоскости.
9. Соотношение между плоскостью P и плоскостью Z .
10. Z - преобразование.
11. Общие соотношения между сигналами и положениями полюсов.
12. Обратное Z - преобразование.
13. Свойства Z - преобразования.
14. Составные элементы дискретных систем. Уравнение дискретной системы.
15. Разностные уравнения и передаточные функции.
16. Рекурсивные и нерекурсивные цифровые фильтры.
17. Полюсы и нули передаточных функций.
18. Устойчивость цифровых фильтров. Частотная характеристика и ее связь с передаточной функцией и импульсной характеристикой.
19. Переход от передаточной функции к структуре фильтра.
20. Каноническая и неканоническая формы реализации цифровых фильтров.
21. Последовательная, параллельная, биквадратная, каскадная формы реализации ЦФ.
22. Нерекурсивные ЦФ с линейной ФЧХ.
23. Минимально-фазовые нерекурсивные фильтры.
24. Основные этапы проектирования нерекурсивных фильтров.
25. Формулировка задач аппроксимации, критерии. Методы решения задач аппроксимации.
26. Основные принципы преобразования непрерывных фильтров в цифровые.
27. Прямое Z - преобразование.

28. Билинейное преобразование.
29. Аппроксимация в процессе синтеза рекурсивного цифрового фильтра.
30. Аналитические методы синтеза рекурсивных цифровых фильтров.
31. Определение передаточной функции рекурсивного цифрового фильтра с помощью билинейного преобразования на ПЭВМ.

Перечень вопросов к контрольной работе №2

1. Ошибки, связанные с конечной разрядностью АУ ЦФ.
2. Ошибки округления и усечения коэффициентов передаточных функций ЦФ.
3. Оценки шумов квантования выходного сигнала в ЦФ.
4. Оценка диапазона изменения сигнала в ЦФ.
5. Переход от обычного к дискретному преобразованию Фурье.
6. Свойства ДПФ. Алгоритм вычисления ДПФ.
7. Возможности применения алгоритма ДПФ для вычисления ОДПФ.
8. Понятие о быстром преобразовании Фурье. Свойства алгоритма БПФ с основанием 2 и прореживанием по времени.
9. Дискретная свертка и ее вычисление.
10. Круговая свертка. Линейная свертка.
11. Методы быстрого вычисления свертки.
12. Спектральный анализ с применением БПФ, некоторые характеристики спектрального анализа. Особенности спектрального анализа случайных процессов.
13. Двумерная обработка сигналов. Понятие о двумерной цифровой обработке сигналов.
14. Двумерные цифровые системы и сигналы.
15. Двумерные разностные уравнения.
16. Двумерное Z - преобразование.
17. Двумерное ДПФ.
18. Двумерные БИХ и КИХ фильтры.
19. Цифровые методы детектирования сигналов.
20. Построение синхронных цифровых детекторов.
21. Погрешность оценки амплитуды сигнала цифровым методом.
22. Влияние шумов на оценку амплитуды сигнала.
23. Построение фазовых цифровых детекторов.
24. Погрешность оценки фазы сигнала цифровым методом.
25. Влияние шумов на оценку фазы сигнала.
26. Перенос спектра сигнала. Инверсия спектра сигнала.
27. Восходящие и нисходящие дискретные системы.
28. Экспандер и компрессор частоты дискретизации.
29. Сущность гомоморфной обработки сигналов.
30. Влияние АЦП и ЦАП на качество звуковых сигналов.
31. Обработка цифровых звуковых сигналов.
32. Цифровая запись звуковых сигналов.
33. Реализация согласованного фильтра.
34. Пример системы цифровой обработки сигналов радиолокатора.
35. Цифровая обработка сигналов в системах СДЦ.
36. Радиолокатор с синтезированной апертурой.

Вопросы к экзамену

1. Сравнение аналоговых и цифровых методов обработки сигналов.
2. Преимущества и недостатки цифровой обработки сигналов. Области применения и возможности ЦОС.
3. Дискретизация непрерывных сигналов.
4. Аналитическое описание дискретизированных сигналов.
5. Спектры дискретизированных сигналов.
6. Z - преобразование дискретизированных сигналов.
7. Преобразование Лапласа дискретизированного сигнала.
8. Представление дискретизированных сигналов в комплексной плоскости.
9. Соотношение между плоскостью P и плоскостью Z .
10. Z - преобразование.
11. Общие соотношения между сигналами и положениями полюсов.
12. Обратное Z - преобразование.
13. Свойства Z - преобразования.
14. Составные элементы дискретных систем. Уравнение дискретной системы.
15. Разностные уравнения и передаточные функции.

16. Рекурсивные и нерекурсивные цифровые фильтры.
17. Полюсы и нули передаточных функций.
18. Устойчивость цифровых фильтров. Частотная характеристика и ее связь с передаточной функцией и импульсной характеристикой.
19. Переход от передаточной функции к структуре фильтра.
20. Каноническая и неканоническая формы реализации цифровых фильтров.
21. Последовательная, параллельная, биквадратная, каскадная формы реализации ЦФ.
22. Нерекурсивные ЦФ с линейной ФЧХ.
23. Минимально-фазовые нерекурсивные фильтры.
24. Основные этапы проектирования нерекурсивных фильтров.
25. Формулировка задач аппроксимации, критерии. Методы решения задач аппроксимации.
26. Основные принципы преобразования непрерывных фильтров в цифровые.
27. Прямое Z - преобразование.
28. Билинейное преобразование.
29. Аппроксимация в процессе синтеза рекурсивного цифрового фильтра.
30. Аналитические методы синтеза рекурсивных цифровых фильтров.
31. Определение передаточной функции рекурсивного цифрового фильтра с помощью билинейного преобразования на ПЭВМ.
32. Ошибки, связанные с конечной разрядностью АУ ЦФ.
33. Ошибки округления и усечения коэффициентов передаточных функций ЦФ.
34. Оценки шумов квантования выходного сигнала в ЦФ.
35. Оценка диапазона изменения сигнала в ЦФ.
36. Переход от обычного к дискретному преобразованию Фурье.
37. Свойства ДПФ. Алгоритм вычисления ДПФ.
38. Возможности применения алгоритма ДПФ для вычисления ОДПФ.
39. Понятие о быстром преобразовании Фурье. Свойства алгоритма БПФ с основанием 2 и прореживанием по времени.
40. Дискретная свертка и ее вычисление.
41. Круговая свертка. Линейная свертка.
42. Методы быстрого вычисления свертки.
43. Спектральный анализ с применением БПФ, некоторые характеристики спектрального анализа. Особенности спектрального анализа случайных процессов.
44. Двумерная обработка сигналов. Понятие о двумерной цифровой обработке сигналов.
45. Двумерные цифровые системы и сигналы.
46. Двумерные разностные уравнения.
47. Двумерное Z - преобразование.
48. Двумерное ДПФ.
49. Двумерные БИХ и КИХ фильтры.
50. Цифровые методы детектирования сигналов.
51. Построение синхронных цифровых детекторов.
52. Погрешность оценки амплитуды сигнала цифровым методом.
53. Влияние шумов на оценку амплитуды сигнала.
54. Построение фазовых цифровых детекторов.
55. Погрешность оценки фазы сигнала цифровым методом.
56. Влияние шумов на оценку фазы сигнала.
57. Перенос спектра сигнала. Инверсия спектра сигнала.
58. Восходящие и нисходящие дискретные системы.
59. Экспандер и компрессор частоты дискретизации.
60. Сущность гомоморфной обработки сигналов.
61. Влияние АЦП и ЦАП на качество звуковых сигналов.
62. Обработка цифровых звуковых сигналов.
63. Цифровая запись звуковых сигналов.
64. Реализация согласованного фильтра.
65. Пример системы цифровой обработки сигналов радиолокатора.
66. Цифровая обработка сигналов в системах СДЦ.
67. Радиолокатор с синтезированной апертурой.

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			

	СЕМЕСТР			ВСЕГО	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %					НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
								ПСК-2	ОПК-2	ОПК-5	ОПК-6	ОПК-7	
4	8	Раздел 1. Введение.	20	10	2	8	10	10	10	10	10	20	Задачи, Тест
4	8	Раздел 2. Дискретные сигналы.	14	4	4	0	10	10	10	20	10	20	Задачи, Тест
4	8	Раздел 3. Дискретные системы.	30	20	4	16	10	20	20	20	20	10	Задачи, Тест, Контрольная работа
4	8	Раздел 4. Методы синтеза цифровых фильтров.	26	16	6	10	10	10	10	10	20	10	Задачи, Тест
4	8	Раздел 5. Преобразование сигналов в дискретных системах.	16	6	6	0	10	20	20	10	20	20	Задачи, Тест
4	8	Раздел 6. Методы нелинейной цифровой обработки сигналов.	16	6	6	0	10	10	20	10	10	10	Задачи, Тест
4	8	Раздел 7. Применение методов цифровой обработки сигналов.	22	6	6	0	16	20	10	20	10	10	Задачи, Контрольная работа, Тест, Вопросы к экзамену
Всего за 8 семестр			144	68	34	34	76	100	100	100	100	100	
Всего по дисциплине			144	68	34	34	76	100	100	100	100	100	