

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
БАЛТИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ВОЕНМЕХ» ИМ. Д.Ф. УСТИНОВА



УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор -
проректор по образовательной
деятельности

Бородавкин В.А.

« » 20
М.П.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ

Направление/специальность
подготовки

11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Специализация/профиль/
программа подготовки

Радиоэлектронные системы и комплексы

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
Дусина А.А./

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Программу составил:

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

Бу

Эксперт:

Будав Т.М., к.т.н., доц. с-п. упр. вл. АО „Автоматизация систем управления“

Будав

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

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

Страхов

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры рабочей программы

И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

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

Страхов

ФАКУЛЬТЕТ "И" ИНФОРМАЦИОННЫХ И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ

Декан Страхов С.Ю., д.т.н., доц.

Страхов

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 разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, а также принципиальные схемы радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ
ПСК-6 — способность решать задачи оптимизации существующих и новых технических решений в условиях априорной необходимости с применением пакетов прикладных программ
ПСК-7 — способность к реализации программ экспериментальных исследований, в том числе в режиме удаленного доступа, включая выбор технических средств, обработку результатов и оценку погрешности экспериментальных данных
ОПК-2 — способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа и принятия решения
ОПК-3 — способность к логическому мышлению, обобщению, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения, освоению работы на современном измерительном, диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения различных научно-технических задач в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий
ОПК-4 — способность проводить экспериментальные исследования и владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных
ОПК-7 — способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности с применением современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий
ОПК-8 — способность использовать современные программные и инструментальные средства компьютерного моделирования для решения различных исследовательских и профессиональных задач

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-2

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

на уровне воспроизведения:

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

умения:

теоретические:

- разрабатывать алгоритмы, структурные и функциональные схемы цифровой обработки сигналов, обеспечивающие выполнение заданных требований

практические:

- расчет характеристик и параметров, необходимых для разработки алгоритмов, структурных и функциональных схем;

навыки:

расчет указанных практических умений с помощью прикладных программ и современных САПР.

ПСК-6

знания:

студент должен освоить знания по задачам оптимизации существующих и новых технических решений в проектировании РЭС;

умения:

студент должен уметь решать задачи оптимизации существующих и новых технических решений в проектировании РЭС;

навыки:

студенты должны на основе анализа существующих и перспективных РЭС уточнить и обосновать требования технического задания на проектирование, находить способы решения задачи синтеза РЭС и ее элементов на основании требований ТЗ, проводить сравнительный анализ и объективную оценку возможных вариантов построения РЭС, проводить оптимизацию структуры и параметров РЭС.

ПСК-7

знания:

на уровне представлений:

- формирование у студентов системного подхода к проектированию радиоэлектронных систем (РЭС) различного назначения;
- на уровне воспроизведения:
- производить анализ и синтез РЭС;
 - основы теории и принципы действия устройств функциональной электроники, области их применения и перспективы развития;

на уровне понимания:

- получения знаний и навыков проектирования узлов и РЭС;

умения:

теоретические:

- знать этапы и стадии проектирования, содержание задач, решаемых на этих этапах, методы и технологию математического и физического моделирования;

практические:

- иметь достаточные базовые знания, умения и навыки для самостоятельного изучения новых направлений развития РЭС, новых методов анализа, синтеза, оптимизации РЭС, иметь представление о научных проблемах в области современных РЭС и перспективах их развития
- уметь оформлять проектно-конструкторскую документацию в соответствии с нормативными требованиями;

навыки:

уметь на основе анализа существующих и перспективных РЭС уточнить и обосновать требования технического задания на проектирование, находить способы решения задачи синтеза РЭС и ее элементов на основании требований ТЗ, проводить сравнительный анализ и объективную оценку возможных вариантов построения РЭС, проводить оптимизацию структуры и параметров РЭС.

ОПК-2

знания:

студент должен знать основные нормы, правила и терминологию в области специализации (русский язык) и лексический минимум в объеме не менее 4000 учебных лексических единиц общего и терминологического характера (иностраннй язык);

умения:

студент должен уметь осуществлять деловую коммуникацию (переписка, научные статьи) на русском и иностранном языках;

навыки:

студент должен владеть навыками публичной речи и ведения диалога на русском и иностранном языках.

ОПК-3

знания:

студент должен знать принципы организации работы коллектива исполнителей в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, профессиональные и культурные различия;

умения:

студент должен уметь принимать исполнительские решения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности;

навыки:

студент должен владеть способами разработки планов по проведению работ в области профессиональной деятельности, управлять ходом их выполнения.

ОПК-4

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

на уровне воспроизведения:

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

на уровне понимания:

- понимание современных методов цифровой обработки сигналов;

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:
 - знать стандартные задачи проектирования РЭС с применением современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий;
- умения:
 - уметь решать стандартные задачи проектирования РЭС с применением современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий;
- навыки:
 - владеть способами и методами решения задач проектирования РЭС.

ОПК-8

- знания:
 - на уровне представлений:
 - формирование у студентов системного подхода к проектированию радиоэлектронных систем (РЭС) различного назначения;
- умения:
 - практические:
 - уметь оформлять проектно-конструкторскую документацию в соответствии с нормативными требованиями;
- навыки:
 - уметь на основе анализа существующих и перспективных РЭС уточнить и обосновать требования технического задания на проектирование, находить способы решения задачи синтеза РЭС и ее элементов на основании требований ТЗ, проводить сравнительный анализ и объективную оценку возможных вариантов построения РЭС, проводить оптимизацию структуры и параметров РЭС.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы*.

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

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ЦИФРОВОЕ ТЕЛЕВИДЕНИЕ, ЦИФРОВЫЕ РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ИЗОБРАЖЕНИЯ И ЗВУКА, РАДИОНАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ (РНС), ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-3 — Способен к логическому мышлению, обобщению, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения, освоению работы на современном измерительном, диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения различных научно-технических задач в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий
- ОПК-4 — Способен проводить экспериментальные исследования и владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных
- ОПК-6 — Способен учитывать существующие и перспективные технологии производства радиоэлектронной аппаратуры при выполнении научно-исследовательской и опытно-конструкторских работ
- ОПК-8 — Способен использовать современные программные и инструментальные средства компьютерного моделирования для решения различных исследовательских и профессиональных задач
- ПСК-2 — Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, а также принципиальные схемы радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ
- ПСК-4 — Способен разрабатывать цифровые радиотехнические устройства на современной цифровой элементной базе с использованием современных пакетов прикладных программ
- ПСК-5 — Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ
- ПСК-6 — Способен решать задачи оптимизации существующих и новых технических решений в условиях априорной необходимости с применением пакетов прикладных программ

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	ПСК-6	ПСК-7	ОПК-2	ОПК-3	ОПК-4	ОПК-7	ОПК-8
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	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	14	4	4	0	10	10	20	40	10	10	10	10	20

		плоскостью P и плоскостью Z . Z - преобразование. Общие соотношения между сигналами и положениями полюсов. Обратное Z - преобразование. Свойства Z - преобразования.															
4	8	Раздел 3. Дискретные системы. 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. 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.	30	20	4	16	10	20	10	10	20	20	20	20	20	10	
4	8	Раздел 4. Методы синтеза цифровых фильтров. 4.1. Синтез цифровых фильтров с конечной импульсной характеристикой. Нерекурсивные ЦФ с	26	16	6	10	10	10	10	10	10	10	10	20	10		

		линейной ФЧХ. Минимально-фазовые нерекурсивные фильтры. Основные этапы проектирования нерекурсивных фильтров. Формулировка задач аппроксимации, критерии. Методы решения задач аппроксимации.																	
		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.																	
		4.3. Эффекты квантования и шумы в ЦФ. 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.	16	6	6	0	10	10	10	10	20	20	20	10	10				

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;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену;
- ЗДЧ – задачи;
- Т – тест.

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

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

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. Г.-Г. Штарк. Применение вейвлетов для ЦОС. М.: Техносфера, 2007, 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 *11.05.01 Радиотехнические системы и комплексы*. 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 разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, а также принципиальные схемы радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ;
- ПСК-6 способность решать задачи оптимизации существующих и новых технических решений в условиях априорной необходимости с применением пакетов прикладных программ;
- ПСК-7 способность к реализации программ экспериментальных исследований, в том числе в режиме удаленного доступа, включая выбор технических средств, обработку результатов и оценку погрешности экспериментальных данных;
- ОПК-2 способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа и принятия решения;
- ОПК-3 способность к логическому мышлению, обобщению, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения, освоению работы на современном измерительном, диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения различных научно-технических задач в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий;
- ОПК-4 способность проводить экспериментальные исследования и владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных;
- ОПК-7 способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности с применением современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий;
- ОПК-8 способность использовать современные программные и инструментальные средства компьютерного моделирования для решения различных исследовательских и профессиональных задач.

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

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	А. Б. Сергиенко. Цифровая обработка сигналов: М.: Питер, 2006 (1-10) С. Н. Воробьев. Цифровая обработка сигналов: М.: Академия, 2013 (9.1-9.2)	10
Итого по разделу 4		10
Раздел 5. Преобразование сигналов в дискретных системах.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 5 с использованием рекомендуемой литературы	А. Б. Сергиенко. Цифровая обработка сигналов: М.: Питер, 2006 (1-10) О. С. Вадутов. Электроника. Математические основы обработки сигналов: Москва: Юрайт, 2020 (3.1-3.5)	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	Г.-Г. Штарк. Применение вейвлетов для ЦОС: М.: Техносфера, 2007 (1-3) А. В. Безруков. Основы цифровой обработки сигналов: СПб.БГТУ	16

	"ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015	
	(1-6)	
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.
13. Особенности спектрального анализа случайных процессов.
14. Двумерная обработка сигналов. Понятие о двумерной цифровой обработке сигналов.
15. Двумерные цифровые системы и сигналы.
16. Двумерные разностные уравнения.
17. Двумерное Z - преобразование.
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 дискретизируемых 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.
44. Особенности спектрального анализа случайных процессов.
45. Двумерная обработка сигналов. Понятие о двумерной цифровой обработке сигналов.
46. Двумерные цифровые системы и сигналы.
47. Двумерные разностные уравнения.
48. Двумерное Z - преобразование.
49. Двумерное ДПФ.
50. Двумерные БИХ и КИХ фильтры.
51. Цифровые методы детектирования сигналов.
52. Построение синхронных цифровых детекторов.
53. Погрешность оценки амплитуды сигнала цифровым методом.
54. Влияние шумов на оценку амплитуды сигнала.
55. Построение фазовых цифровых детекторов.
56. Погрешность оценки фазы сигнала цифровым методом.
57. Влияние шумов на оценку фазы сигнала.
58. Перенос спектра сигнала. Инверсия спектра сигнала.
59. Восходящие и нисходящие дискретные системы.
60. Экспандер и компрессор частоты дискретизации.
61. Сущность гомоморфной обработки сигналов.
62. Влияние АЦП и ЦАП на качество звуковых сигналов.
63. Обработка цифровых звуковых сигналов.
64. Цифровая запись звуковых сигналов.
65. Реализация согласованного фильтра.
66. Пример системы цифровой обработки сигналов радиолокатора.
67. Цифровая обработка сигналов в системах СДЦ.
68. Радиолокатор с синтезированной апертурой.

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	Наименование разделов и	ВСЕГО	Аудиторные занятия в			
------	-------------------------	-------	----------------------	--	--	--

СЕМЕСТР		дидактических единиц	контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %								НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
			ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПСК-2	ПСК-6	ПСК-7	ОПК-2	ОПК-3	ОПК-4	ОПК-7	ОПК-8	
4	8	Раздел 1. Введение.	20	10	2	8	10	10	10	10	10	10	10	20	Задачи, Тест
4	8	Раздел 2. Дискретные сигналы.	14	4	4	0	10	10	20	40	10	10	10	20	Задачи, Тест
4	8	Раздел 3. Дискретные системы.	30	20	4	16	10	20	10	10	20	20	20	10	Контрольная работа, Задачи, Тест
4	8	Раздел 4. Методы синтеза цифровых фильтров.	26	16	6	10	10	10	10	10	10	10	20	10	Задачи, Тест
4	8	Раздел 5. Преобразование сигналов в дискретных системах.	16	6	6	0	10	10	10	10	20	20	20	10	Задачи, Тест
4	8	Раздел 6. Методы нелинейной цифровой обработки сигналов.	16	6	6	0	10	20	20	10	20	20	20	10	Задачи, Тест
4	8	Раздел 7. Применение методов цифровой обработки сигналов.	22	6	6	0	16	20	20	10	10	10	20	10	Контрольная работа, Задачи, Тест, Вопросы к экзамену
Всего за 8 семестр			144	68	34	34	76	100	100	100	100	100	100	100	
Всего по дисциплине			144	68	34	34	76	100	100	100	100	100	100	100	