

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 11.04.01 Радиотехника

Наименование образовательной программы: Радиотехнические средства формирования и обработки сигналов

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ОСНОВЫ СХЕМОТЕХНИКИ АНАЛОГОВЫХ УСТРОЙСТВ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.05.01.02
Трудоемкость в зачетных единицах:	2 семестр - 3;
Часов (всего) по учебному плану:	108 часов
Лекции	2 семестр - 16 часов;
Практические занятия	2 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	2 семестр - 75,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Контрольная работа Тестирование Расчетно-графическая работа Домашнее задание	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	2 семестр - 0,3 часа;

Москва 2024

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Филатов В.А.
	Идентификатор	Rc647a759-FilatovVA-e4fa24a1

В.А. Филатов

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Остапенков П.С.
	Идентификатор	R6356f55c-OstapenkovPS-854af18

П.С. Остапенков

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Остапенков П.С.
	Идентификатор	R6356f55c-OstapenkovPS-854af18

П.С. Остапенков

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение методов расчета и моделирования аналоговых радиоэлектронных узлов с использованием операционных усилителей.

Задачи дисциплины

- освоение математического и компьютерного моделирования РЭС с применением операционных усилителей;
- освоение проектных процедур исследования и совершенствования узлов РЭС.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1 Способен проводить исследования в целях совершенствования радиоэлектронных систем	ИД-2 _{ПК-1} Выполняет математическое и компьютерное моделирование радиоэлектронных систем с целью оптимизации их параметров	уметь: - применять компьютерные системы и пакеты прикладных программ для проектирования и исследования аналоговых электронных устройств; - осуществлять синтез структурных и электрических схем аналоговых электронных устройств.
ПК-1 Способен проводить исследования в целях совершенствования радиоэлектронных систем	ИД-3 _{ПК-1} Разрабатывает алгоритмы и проводит исследования в целях совершенствования функциональных узлов радиоэлектронных систем	знать: - устройство и основные характеристики различных типов операционных усилителей; - современные схемные решения, применяемые при практической реализации аналоговых электронных устройств.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Радиотехнические средства формирования и обработки сигналов (далее – ОПОП), направления подготовки 11.04.01 Радиотехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать основные модели компонентов радиоэлектронных схем
- уметь использовать специализированную программу функционального и схемотехнического моделирования семейства SPICE – MicroCAP

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Общие сведения об аналоговых электронных устройствах	3	2	1	-	1	-	-	-	-	-	1	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Общие сведения об аналоговых электронных устройствах" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], стр. 4-24
1.1	Общие сведения об аналоговых электронных устройствах	3		1	-	1	-	-	-	-	-	1	-	
2	Операционные усилители и функциональные устройства на их основе	104.7		15	-	15	-	-	-	-	-	74.7	-	<u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> В рамках расчетно-графического задания выполняется синтез активного фильтра 4-го порядка с использованием программы схемотехнического моделирования Micro-Cap. Выполняется расчет и анализ АЧХ фильтра. Влияние отклонения номиналов компонентов на параметры фильтра. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие: Задается тип фильтра (ФНЧ, ФВЧ, ПФ), тип звена для реализации (МВФ, С-К), требования к коэффициенту усиления в полосе и частотным параметрам фильтра. <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Операционные усилители и функциональные устройства на их основе и подготовка к контрольной работе
2.1	Типы операционных усилителей и их основные параметры.	4		2	-	-	-	-	-	-	-	2	-	
2.2	Метод графов для расчета и анализа линейных электронных устройств	12		2	-	2	-	-	-	-	-	8	-	
2.3	Расчет параметров схем на ОУ методом графов.	21		2	-	4	-	-	-	-	-	15	-	
2.4	Схемы масштабных усилителей.	16.7		2	-	2	-	-	-	-	-	12.7	-	
2.5	Избирательные устройства на ОУ.	26		3	-	3	-	-	-	-	-	20	-	

2.6	Реализация избирательных устройств на идентичных звеньях.	25		4	-	4	-	-	-	-	-	17	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Операционные усилители и функциональные устройства на их основе" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Операционные усилители и функциональные устройства на их основе" <u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задания ориентированы на решения минизадч по разделу "Операционные усилители и функциональные устройства на их основе". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 11-23, 65-93 [2], стр. 28-68 [4], п.11.6
	Зачет с оценкой	0.3		-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	Всего за семестр	108.0		16	-	16	-	-	-	-	0.3	75.7	-	
	Итого за семестр	108.0		16	-	16	-	-	-	-	0.3	75.7	-	

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Общие сведения об аналоговых электронных устройствах

1.1. Общие сведения об аналоговых электронных устройствах

Общие сведения об аналоговых электронных устройствах (АЭУ). Принципы их построения. Особенности функционирования и область применения. Параметры и характеристики АЭУ..

2. Операционные усилители и функциональные устройства на их основе

2.1. Типы операционных усилителей и их основные параметры.

История развития и современное значение операционных усилителей. Типы ОУ.. Идеальный ОУ напряжения. Основные схемы включения в режиме усиления. Инвертирующий и неинвертирующий усилитель..

2.2. Метод графов для расчета и анализа линейных электронных устройств

Система линейных уравнений и направленный граф. Узлы, ветви, контуры графа.. Правило Мэзона для нахождения передаточной функции по сигнальному графу.. Получение сигнального графа на основе принципиальной схемы устройства..

2.3. Расчет параметров схем на ОУ методом графов.

Определение коэффициента передачи для идеального ОУ и ОУ с ограниченной площадью усиления.. Влияние неидеальности параметров реальных ОУ на характеристики функциональных устройств. Граничная частота, скорость нарастания, напряжение смещения нуля..

2.4. Схемы масштабных усилителей.

Инвертирующий и неинвертирующий усилитель. Повторитель, инвертор, сумматор, вычитатель..

2.5. Избирательные устройства на ОУ.

Звенья 1-го порядка. Звенья 2-го порядка. Универсальное звено.. Проектирование аналоговых фильтров высокого порядка с использованием ОУ.. Каскадная и некаскадная реализация..

2.6. Реализация избирательных устройств на идентичных звеньях.

Структурный синтез избирательных устройств на звеньях 1-го порядка.. Синтез избирательных устройств с использованием НЧ-прототипа..

3.3. Темы практических занятий

1. Звенья 2-го порядка на ОУ;
2. Интегральные ОУ. Основные характеристики ОУ типа ИНУН. Граф проводимости ОУ типа ИНУН. Усилители на ОУ;
3. Звенья первого порядка на ОУ и RC - элементах. Инвертирующие интегратор и дифференциатор. Неинвертирующие интегратор и дифференциатор;
4. Инвертирующий и неинвертирующий усилитель, повторитель, инвертор, дифференциальный усилитель. Расчет параметров K_0 и f_w ;
5. Синтез фильтров высокого порядка на ОУ на идентичных звеньях;
6. Графы проводимости и сигнальные графы. Определение функций передачи усилительных схем по сигнальному графу;

7. Синтез фильтров высокого порядка на ОУ. Параметры фильтров.

3.4. Темы лабораторных работ
не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Общие сведения об аналоговых электронных устройствах"

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Операционные усилители и функциональные устройства на их основе"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)		Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	
Знать:				
современные схемные решения, применяемые при практической реализации аналоговых электронных устройств	ИД-3ПК-1		+	Тестирование/Контрольный тест Контрольная работа/Свойства ОУ
устройство и основные характеристики различных типов операционных усилителей	ИД-3ПК-1	+	+	Контрольная работа/Свойства ОУ
Уметь:				
осуществлять синтез структурных и электрических схем аналоговых электронных устройств	ИД-2ПК-1		+	Домашнее задание/Расчет и моделирование фильтра на идентичных звеньях
применять компьютерные системы и пакеты прикладных программ для проектирования и исследования аналоговых электронных устройств	ИД-2ПК-1		+	Расчетно-графическая работа/Контроль выполнения расчётного задания №2 «Расчет функциональных устройств на базе операционного усилителя» Тестирование/Контрольный тест

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

2 семестр

Форма реализации: Выполнение задания

1. Расчет и моделирование фильтра на идентичных звеньях (Домашнее задание)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Контрольный тест (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Свойства ОУ (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Контроль выполнения расчётного задания №2 «Расчет функциональных устройств на базе операционного усилителя» (Расчетно-графическая работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №2)

Итоговая оценка выставляется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ»

В диплом выставляется оценка за 2 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Схемотехника широкополосных усилителей и избирательных устройств : учебное пособие по курсу "Схемотехника аналоговых электронных устройств" и "Узлы и элементы биотехнических систем" по направлениям подготовки бакалавров 11.03.01 "Радиотехника", 12.03.04 "Биотехнические системы и технологии" и специалистов 11.05.01

"Радиоэлектронные системы и комплексы" / Ю. А. Гребенко, В. А. Филатов, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ"). – Москва : Изд-во МЭИ, 2022. – 96 с. – ISBN 978-5-7046-2659-6.
<http://elibrary.mpei.ru/elibrary/view.php?id=12079>;

2. Богатырев, Е. А. Микроэлектронные аналоговые устройства : Учебное пособие по курсу "Схемотехника аналоговых электронных устройств" по направлению "Радиотехника" / Е. А. Богатырев, Э. Л. Муро ; Ред. Ю. В. Шаров ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ). – М. : Изд-во МЭИ, 2004. – 124 с. – ISBN 5-7046-0689-X.;

3. Богатырев, Е. А. Схемотехника аналоговых электронных устройств : Учебное пособие по курсу "Схемотехника аналоговых электронных устройств" направления "Радиотехника" / Е. А. Богатырев, Э. Л. Муро, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ). – М. : Изд-во МЭИ, 2003. – 136 с. – ISBN 5-7046-0950-3.;

4. Амелина М. А., Амелин С. А.- "Программа схемотехнического моделирования Micro-Cap. Версии 9, 10", (3-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2021 - (632 с.)
<https://e.lanbook.com/book/153923>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. Deep Freeze;
4. Dr.Web;
5. Acrobat Reader;
6. Micro-Cap.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
5. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
6. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru;>
<http://docs.cntd.ru/>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	А-400, Учебная аудитория "А"	парта, стул, доска меловая, экран интерактивный, колонки звуковые, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Е-420/2, Учебная лаборатория конструирования и производства радиоаппаратуры	стол преподавателя, стол, стул, вешалка для одежды, доска меловая, лабораторный стенд, компьютер персональный, принтер, телевизор
	Б-305, Учебная аудитория	парта со скамьей, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, кондиционер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Е-420/2, Учебная лаборатория конструирования и производства радиоаппаратуры	стол преподавателя, стол, стул, вешалка для одежды, доска меловая, лабораторный стенд, компьютер персональный, принтер, телевизор
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	А-400, Учебная аудитория "А"	парта, стул, доска меловая, экран интерактивный, колонки звуковые, мультимедийный проектор, доска

		маркерная, компьютер персональный
Помещения для самостоятельной работы	Е-420/4, Компьютерно- вычислительная лаборатория	стол преподавателя, стол, стул, шкаф, вешалка для одежды, доска маркерная, компьютер персональный
Помещения для консультирования	Е-420/7, Лаборатория М- видео	стол преподавателя, стол, стул, шкаф, вешалка для одежды, доска маркерная, телевизор
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Е-704/14, Помещение каф. "ФОРС"	оборудование для экспериментов, запасные комплектующие для оборудования

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы схемотехники аналоговых устройств

(название дисциплины)

2 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Свойства ОУ (Контрольная работа)

КМ-2 Контрольный тест (Тестирование)

КМ-3 Контроль выполнения расчётного задания №2 «Расчет функциональных устройств на базе операционного усилителя» (Расчетно-графическая работа)

КМ-4 Расчет и моделирование фильтра на идентичных звеньях (Домашнее задание)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	15
1	Общие сведения об аналоговых электронных устройствах					
1.1	Общие сведения об аналоговых электронных устройствах		+			
2	Операционные усилители и функциональные устройства на их основе					
2.1	Типы операционных усилителей и их основные параметры.		+			
2.2	Метод графов для расчета и анализа линейных электронных устройств			+	+	
2.3	Расчет параметров схем на ОУ методом графов.			+	+	
2.4	Схемы масштабных усилителей.		+	+		
2.5	Избирательные устройства на ОУ.					+
2.6	Реализация избирательных устройств на идентичных звеньях.					+
Вес КМ, %:			20	20	30	30