

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

Направление подготовки/специальность: 12.03.04 Биотехнические системы и технологии

Наименование образовательной программы: Биотехнические и медицинские аппараты и системы

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
УЗЛЫ И ЭЛЕМЕНТЫ БИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Обязательная
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.О.29
Трудоемкость в зачетных единицах:	6 семестр - 5;
Часов (всего) по учебному плану:	180 часов
Лекции	6 семестр - 28 часа;
Практические занятия	6 семестр - 28 часа;
Лабораторные работы	6 семестр - 12 часов;
Консультации	6 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	6 семестр - 109,5 часов;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Тестирование Лабораторная работа Расчетно-графическая работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	6 семестр - 0,5 часа;

Москва 2023

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	Жихарева Г.В.
	Идентификатор	Rdb27a5d8-ZhikharevaGV-9fcbf8c

Г.В. Жихарева

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шалимова Е.В.
	Идентификатор	Rf4bb1f0c-ShalimovaYV-f267ebd6

Е.В. Шалимова

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение методов расчета и проектирования аналоговых радиоэлектронных узлов с использованием транзисторов и операционных усилителей

Задачи дисциплины

- освоение методов расчета, анализа и оптимизации при проектировании линейных аналоговых узлов на транзисторах и операционных усилителях;
- формирование навыков экспериментального измерения характеристик аналоговых устройств и определения их параметров.

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
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с разработкой, проектированием, конструированием, технологиями производства и эксплуатации биотехнических систем	ИД-3 _{ОПК-1} Применяет общеинженерные знания в инженерной деятельности для анализа и проектирования биотехнических систем	знать: - современные схемные решения, применяемые при практической реализации аналоговых электронных устройств, и тенденции их развития. уметь: - применять компьютерные системы и пакеты прикладных программ для проектирования и исследования аналоговых электронных устройств.
ОПК-3 Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики биотехнических систем и технологий	ИД-2 _{ОПК-3} Выбирает способы и средства измерений и проводит экспериментальные исследования	знать: - основные принципы построения и работы устройств усиления и преобразования аналоговых сигналов. уметь: - проводить экспериментальные исследования радиоэлектронных устройств при помощи измерительных приборов.
ОПК-3 Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики биотехнических систем и технологий	ИД-3 _{ОПК-3} Обрабатывает и представляет полученные экспериментальные данные для получения обоснованных выводов	уметь: - осуществлять синтез структурных и электрических схем аналоговых электронных устройств; - выполнять расчет и схемотехническое моделирование аналоговых устройств.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Биотехнические и медицинские аппараты и системы (далее – ОПОП), направления подготовки 12.03.04 Биотехнические системы и технологии, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать основные модели функциональных блоков и компонентов радиоэлектронных схем
- уметь использовать специализированную программу функционального и схемотехнического моделирования семейства SPICE – MicroCAP
- уметь выполнять расчет и моделирование радиоэлектронных устройств

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 5 зачетных единиц, 180 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	17	6	4	-	4	-	-	-	-	-	9	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Общие сведения об аналоговых электронных устройствах"	
1.1	Общие сведения об аналоговых электронных устройствах	17		4	-	4	-	-	-	-	-	9	-		
2	Принципы построения и анализ работы типовых усилительных звеньев	22		4	4	4	-	-	-	-	-	-	10	-	<u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задания ориентированы на решения задачи проектирования двухкаскадного усилителя на биполярных и полевых транзисторах по разделу "Принципы построения и анализ работы типовых усилительных звеньев". Студентам необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач, провести расчеты по индивидуальному варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие варианты: 1. каскад ОК-ОЭ, $E_{п}=+12 В$, $R_{пот} < 60 мВт$, БТ КТ315Д, КТ3101А, $K_о=50$, $F_н < 100 Гц$, $R_н=4.7 кОм$ 2. каскад ОИ-ОЭ, $E_{п}=+6 В$, $R_{пот} < 80 мВт$, ПТ 2П307Г, БТ КТ3102Д, $K_о=30$, $F_н < 20 Гц$, $R_н=2.0 кОм$ 3. каскад ОБ-ОЭ, $E_{п}=-15 В$, $R_{пот} < 40 мВт$, БТ 2Т313А, КТ357А $K_о=30$, $F_н < 250 Гц$, $R_н=4.0 кОм$
2.1	Принципы построения и анализ работы типовых усилительных звеньев	22		4	4	4	-	-	-	-	-	-	10	-	

														<p><u>теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Принципы построения и анализ работы типовых усилительных звеньев"</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Принципы построения и анализ работы типовых усилительных звеньев" материалу. Амплитудная характеристика усилителя. Входное и выходное сопротивления усилителя. Нижние, средние и верхние частоты широкополосного усилителя. Шумы и нелинейные проявления.</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов и подготовка к контрольной работе. Расчет РТ транзисторной схемы по постоянному току. Влияние изменения I_k на параметры транзистора и выходные параметры схемы.</p> <p><u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Принципы построения и анализ работы типовых усилительных звеньев" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p>
3	Обратные связи в трактах усиления	22		4	4	4	-	-	-	-	-	10	-	<p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов и подготовка к контрольной работе, коллоквиуму, защите проекта</p>
3.1	Обратные связи в трактах усиления	22		4	4	4	-	-	-	-	-	10	-	

													так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Обратные связи в трактах усиления" материалу.
4	Базовые схемные конфигурации аналоговых микросхем и усилителей постоянного тока	24	4	4	4	-	-	-	-	-	12	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов и подготовка к контрольной работе , коллоквиуму, защите проекта <u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена
4.1	Базовые схемные конфигурации аналоговых микросхем и усилителей постоянного тока	24	4	4	4	-	-	-	-	-	12	-	на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Базовые схемные конфигурации аналоговых микросхем и усилителей постоянного тока" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 75-92
5	Операционные усилители и функциональные устройства на их основе	45	10	-	10	-	-	-	-	-	25	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Операционные усилители и функциональные устройства на их основе"
5.1	Операционные усилители и функциональные устройства на их основе	45	10	-	10	-	-	-	-	-	25	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов и подготовка к контрольной работе , коллоквиуму, защите проекта <u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Операционные усилители и функциональные устройства на их основе"

													<p>материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p>Подготовка расчетных заданий: Задания ориентированы на решения минизаданий 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 индивидуальные варианты: 1. Разработать ФНЧБаттерворта со звеньями $MFVG=20дБFc=8 кГцR < 3 дБ Fs=12кГцA=12дБ$ 2. Разработать ФВЧЧебышева со звеньями Саллена-Кея $G=12дБFc=6 кГцR < 0,5 дБ Fs=0,25 кГцA= 32дБ$ 3. Разработать ПФЧЧебышева со звеньями Саллена-Кея $G=18дБFc=2,4 кГц R < 1 дБ Pв=0.5 кГц SB=1.5кГц A= 12дБ$</p>
6	Анализ шумов и нелинейных искажений в усилительных устройствах	14	2	-	2	-	-	-	-	-	10	-	<p>Подготовка расчетных заданий: Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Анализ шумов и нелинейных искажений в усилительных устройствах". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: Анализ шумовых свойств и нелинейных искажений разработанного фильтра</p>
6.1	Анализ шумов и нелинейных искажений в усилительных устройствах	14	2	-	2	-	-	-	-	-	10	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	180.0	28	12	28	-	2	-	-	0.5	76	33.5	
	Итого за семестр	180.0	28	12	28	2	-	-	0.5	109.5			

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – 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. Принципы построения и анализ работы типовых усилительных звеньев

2.1. Принципы построения и анализ работы типовых усилительных звеньев

Усилительное звено и его обобщенная схема. Малосигнальные параметры биполярных и полевых транзисторов, принципы их использования при анализе усилительных звеньев. Идеальные управляемые источники. Передаточные, входные и выходные параметры типовых усилительных звеньев при различных способах включения транзистора в схему. Нелинейные искажения в усилительных устройствах на транзисторах..

3. Обратные связи в трактах усиления

3.1. Обратные связи в трактах усиления

Структурная схема идеального управляемого источника с однопетлевой отрицательной обратной связью (ООС) и ее использование для анализа влияния ООС на параметры и характеристики усилителя. Стабилизирующее влияние ООС на характеристики усилителя при вариации нагрузки, разбросе номиналов элементов схемы и изменении температуры окружающей среды..

4. Базовые схемные конфигурации аналоговых микросхем и усилителей постоянного тока

4.1. Базовые схемные конфигурации аналоговых микросхем и усилителей постоянного тока

Дифференциальный усилительный каскад, его основные свойства и схемные реализации. Схемы сдвига уровня, источники опорного напряжения и тока. Использование дифференциальных усилительных каскадов в режиме регулируемого усиления и перемножителях..

5. Операционные усилители и функциональные устройства на их основе

5.1. Операционные усилители и функциональные устройства на их основе

Операционный усилитель (ОУ) и его свойства. Принципы схемной организации процедур обработки сигналов в усилительных и функциональных звеньях на ОУ. Влияние неидеальности параметров реальных ОУ на характеристики функциональных устройств. Избирательные устройства на основе ОУ. Синтез фильтров высокого порядка каскадным и некаскадными методами с использованием идентичных базовых звеньев..

6. Анализ шумов и нелинейных искажений в усилительных устройствах

6.1. Анализ шумов и нелинейных искажений в усилительных устройствах

Шумы усилительного тракта. Нелинейные искажения. Методы расчета и анализа шумовых параметров усилительных схем. Способы повышения динамического диапазона..

3.3. Темы практических занятий

1. Звенья первого порядка на ОУ и РС - элементах. Инвертирующие интегратор и дифференциатор. Неинвертирующие интегратор и дифференциатор;
2. Инвертирующий и неинвертирующий усилитель, повторитель, инвертор, дифференциальный усилитель. Расчет параметров K_0 и f_v ;
3. Интегральные ОУ. Основные характеристики ОУ типа ИНУН. Граф проводимости ОУ типа ИНУН. Усилители на ОУ;
4. Обратные связи в усилителях на БТ и ПТ. Влияние на выходные параметры и характеристики. Приближение к управляемым источникам;
5. Многокаскадные усилители на БТ и ПТ. Определение коэффициента усиления, входного и выходного сопротивлений методом графов;
6. Звенья 2-го порядка на ОУ;
7. Графы проводимости и сигнальные графы. Определение функций передачи усилительных схем по сигнальному графу;
8. Анализ широкополосного усилительного каскада с ОЭ и ОБ (ОИ для ПТ) в частотной области. Схема замещения в области НЧ и области СЧ-ВЧ.;
9. Синтез фильтров высокого порядка на ОУ на идентичных звеньях;
10. Шумовые и нелинейные свойства схем фильтров;
11. Дифференциальный каскад и его характеристики. Усилитель, ограничитель, перемножитель на ДК;
12. Синтез фильтров высокого порядка на ОУ. Параметры фильтров;
13. Анализ широкополосного усилительного каскада с ОК (ОС для ПТ) в частотной области и во временной области. Влияние разделительных и блокировочных конденсаторов на параметры АЧХ и искажения формы прямоугольного импульса;
14. Усилительное звено и его обобщенная схема. Рабочая точка, расчет усилительного звена ОЭ (ОИ) по постоянному току. Интегрирующая и дифференцирующая цепь в частотной и во временной области.

3.4. Темы лабораторных работ

1. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОБРАТНЫХ СВЯЗЕЙ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ УСИЛИТЕЛЯ;
2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АМПЛИТУДНО-ЧАСТОТНОЙ И ПЕРЕХОДНОЙ ХАРАКТЕРИСТИК УСИЛИТЕЛЯ;
3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АМПЛИТУДНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ВХОДНОГО И ВЫХОДНОГО СОПРОТИВЛЕНИЙ УСИЛИТЕЛЯ.

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по разделу "Общие сведения об аналоговых электронных устройствах"
2. Обсуждение материалов по разделу "Принципы построения и анализ работы типовых усилительных звеньев"
3. Обсуждение материалов по разделу "Обратные связи в трактах усиления"
4. Обсуждение материалов по разделу "Базовые схемные конфигурации аналоговых микросхем и усилителей постоянного тока"
5. Обсуждение материалов по разделу "Операционные усилители и функциональные устройства на их основе"

6. Обсуждение материалов по разделу "Анализ шумов и нелинейных искажений в усилительных устройствах"

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Принципы построения и анализ работы типовых усилительных звеньев"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Обратные связи в трактах усиления"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Базовые схемные конфигурации аналоговых микросхем и усилителей постоянного тока"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Операционные усилители и функциональные устройства на их основе"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Анализ шумов и нелинейных искажений в усилительных устройствах"

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	3	4	5	6	
Знать:								
современные схемные решения, применяемые при практической реализации аналоговых электронных устройств, и тенденции их развития	ИД-3ОПК-1						+	Тестирование/Контрольная работа № 2 «Расчет функциональных узлов на ОУ»
основные принципы построения и работы устройств усиления и преобразования аналоговых сигналов	ИД-2ОПК-3	+	+					Тестирование/Контрольная работа № 1 «Расчет параметров транзисторных усилителей»
Уметь:								
применять компьютерные системы и пакеты прикладных программ для проектирования и исследования аналоговых электронных устройств	ИД-3ОПК-1						+	Расчетно-графическая работа/Контроль выполнения расчётного задания №2 «Расчет функциональных устройств на базе операционного усилителя»
проводить экспериментальные исследования радиоэлектронных устройств при помощи измерительных приборов	ИД-2ОПК-3					+		Лабораторная работа/Защита лабораторной работы № 3 «Экспериментальное исследование влияния отрицательных обратных связей на характеристики усилителя»
выполнять расчет и схемотехническое моделирование аналоговых устройств	ИД-3ОПК-3			+	+			Лабораторная работа/Защита лабораторной работы № 2 «Экспериментальное исследование амплитудно-частотной и переходной характеристики усилителя» Расчетно-графическая работа/Контроль выполнения расчётного задания №1: «Расчет параметров транзисторного каскада»
осуществлять синтез структурных и электрических схем аналоговых электронных устройств	ИД-3ОПК-3	+	+					Лабораторная работа/Защита лабораторной работы № 1 «Экспериментальное исследование амплитудной характеристики, входного и выходного сопротивлений усилителя»

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

6 семестр

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Контрольная работа № 1 «Расчет параметров транзисторных усилителей» (Тестирование)
2. Контрольная работа № 2 «Расчет функциональных узлов на ОУ» (Тестирование)

Форма реализации: Проверка задания

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

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторной работы № 1 «Экспериментальное исследование амплитудной характеристики, входного и выходного сопротивлений усилителя» (Лабораторная работа)
2. Защита лабораторной работы № 2 «Экспериментальное исследование амплитудно-частотной и переходной характеристики усилителя» (Лабораторная работа)
3. Защита лабораторной работы № 3 «Экспериментальное исследование влияния отрицательных обратных связей на характеристики усилителя» (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №6)

по положению о промежуточной аттестации

В диплом выставляется оценка за 6 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. А. В. Кравец- "Схемотехника аналоговых электронных устройств: учебное пособие по курсу", Издательство: "Южный федеральный университет", Ростов-на-Дону, Таганрог, 2018 - (185 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=499730>;
2. 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>;
3. 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 .;

4. 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 .;

5. Богатырев, Е. А. Учебное пособие по курсам "Аналоговые электронные устройства" и "Аналоговые микроэлектронные устройства": Задачи по микроэлектронным цепям / Е. А. Богатырев, В. И. Капустян ; Ред. Э. Л. Муро ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – М. : Изд-во МЭИ, 1989 . – 62 с..

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Deep Freeze;
5. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
6. Dr.Web;
7. Acrobat Reader;
8. 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-704/11, Учебная лаборатория РПУ каф. "Форс"	стол преподавателя, стол, стул, шкаф, вешалка для одежды, доска меловая, лабораторный стенд, оборудование специализированное, телевизор, учебно-наглядное пособие
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Б-318, Учебная аудитория	парта со скамьей, стул, стол письменный, доска меловая, доска маркерная, кондиционер

Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Е-704/2, Учебная лаборатория ЭЦ каф. "ФОРС"	стол преподавателя, стол учебный, стул, шкаф, вешалка для одежды, доска меловая, колонки звуковые, мультимедийный проектор, лабораторный стенд, компьютер персональный, учебно-наглядное пособие
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Е-704/11, Учебная лаборатория РПУ каф. "Форс"	стол преподавателя, стол, стул, шкаф, вешалка для одежды, доска меловая, лабораторный стенд, оборудование специализированное, телевизор, учебно-наглядное пособие
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	А-402, Учебная аудитория	парта, стул, доска меловая, колонки звуковые, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-302, Читальный зал отдела обслуживания учебной литературой	стул, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
	НТБ-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Е-704/1, Помещение кафедры	стул, шкаф, стол письменный, набор инструментов для профилактического обслуживания оборудования, документы, архивные документы, сменные запчасти для ЭВМ
	Е-703/8, Кабинет сотрудников каф. "ФОРС"	кресло рабочее, стол, стул, шкаф для документов, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, книги, учебники, пособия
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Е-703/10, Помещение для хранения оборудования, наглядных пособий	рабочее место сотрудника, стол, стул, шкаф, компьютер персональный, принтер, холодильник, кондиционер, книги, учебники, пособия

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Узлы и элементы биотехнических систем

(название дисциплины)

6 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Контрольная работа № 1 «Расчет параметров транзисторных усилителей» (Тестирование)
 КМ-2 Защита лабораторной работы № 1 «Экспериментальное исследование амплитудной характеристики, входного и выходного сопротивлений усилителя» (Лабораторная работа)
 КМ-3 Контроль выполнения расчётного задания №1: «Расчет параметров транзисторного каскада» (Расчетно-графическая работа)
 КМ-4 Защита лабораторной работы № 2 «Экспериментальное исследование амплитудно-частотной и переходной характеристики усилителя» (Лабораторная работа)
 КМ-5 Контрольная работа № 2 «Расчет функциональных узлов на ОУ» (Тестирование)
 КМ-6 Контроль выполнения расчётного задания №2 «Расчет функциональных устройств на базе операционного усилителя» (Расчетно-графическая работа)
 КМ-7 Защита лабораторной работы № 3 «Экспериментальное исследование влияния отрицательных обратных связей на характеристики усилителя» (Лабораторная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7
		Неделя КМ:	4	8	9	11	12	13	14
1	Общие сведения об аналоговых электронных устройствах								
1.1	Общие сведения об аналоговых электронных устройствах		+	+					
2	Принципы построения и анализ работы типовых усилительных звеньев								
2.1	Принципы построения и анализ работы типовых усилительных звеньев		+	+					
3	Обратные связи в трактах усиления								
3.1	Обратные связи в трактах усиления				+	+			
4	Базовые схемные конфигурации аналоговых микросхем и усилителей постоянного тока								
4.1	Базовые схемные конфигурации аналоговых микросхем и усилителей постоянного тока				+	+			+
5	Операционные усилители и функциональные устройства на их основе								

5.1	Операционные усилители и функциональные устройства на их основе					+		
6	Анализ шумов и нелинейных искажений в усилительных устройствах							
6.1	Анализ шумов и нелинейных искажений в усилительных устройствах						+	
Вес КМ, %:		15	10	20	10	20	15	10