

Направление подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»
Профиль «Промышленная электроника»
РПД Б1.О.16 «Математическое моделирование электронных цепей»



**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
в г. Смоленске**

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора
по учебно-методической работе
филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»
в г. Смоленске



В.В. Рожков
2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Математическое моделирование электронных цепей
(наименование дисциплины)

Направление подготовки (специальность): **11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»**

Профиль: **«Промышленная электроника»**

Уровень высшего образования: **бакалавриат**

Нормативный срок обучения: **4 года**

Форма обучения: **очная**

Год набора: **2023**

Смоленск

Направление подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»
Профиль «Промышленная электроника»
РПД Б1.О.16 «Математическое моделирование электронных цепей»



Программа составлена с учетом ФГОС ВО по направлению подготовки / специальности 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», утвержденного приказом Минобрнауки России от «19» сентября 2017 г. № 927

Программу составил:

доцент

«Электроники и микропроцессорной техники»

канд. техн. наук, доцент


подпись

Амелин Сергей Александрович
ФИО

«29» мая 2023 г.

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры «Электроники и микропроцессорной техники»

«30» мая 2023 г., протокол № 11

Заведующий кафедрой «Электроники и микропроцессорной техники»:



подпись

Якименко Игорь Владимирович
ФИО

«06» мая 2023 г.

РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Ответственный в филиале по работе с ЛОВЗ и инвалидами



подпись

Зуева Елена Владимировна
ФИО

«09» мая 2023 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью является подготовка обучающихся к научно-исследовательской и проектно-конструкторской деятельности по направлению бакалавриата 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.

Задачи: изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина Б1.О.16 «Математическое моделирование электронных цепей» относится к обязательной части программы.

Перечень дисциплин, знания, умения и навыки, которых формируются параллельно с данной дисциплиной: Б1.О.04 «Высшая математика».

Перечень последующих дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной дисциплиной: Б1.О.10 «Теория электрорадиоцепей», Б1.О.11 «Основы электроники и наноэлектроники».

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины направлено на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки:

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения
ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ОПК-1.1 Использует положения, законы и методы естественных наук для решения задач инженерной деятельности	Знает: Как использовать положения, законы и методы естественных наук для решения задач инженерной деятельности в области математического моделирования электронных цепей. Умеет: Использовать положения, законы и методы естественных наук для решения задач инженерной деятельности в области математического моделирования электронных цепей. Владеет: Методами использования положений, законов и методов естественных наук для решения задач инженерной деятельности в области математического моделирования электронных цепей.
	ОПК-1.2 Использует положения, законы и методы математики для решения задач инженерной деятельности	Знает: Как применять положения, законы и методы математики для решения задач инженерной деятельности в области математического моделирования электронных цепей. Умеет: Применять положения, законы и методы математики для решения задач

Направление подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»
Профиль «Промышленная электроника»
РПД Б1.О.16 «Математическое моделирование электронных цепей»



		<p>инженерной деятельности в области математического моделирования электронных цепей. Владеет: Методами применения положений, законов и методов математики для решения задач инженерной деятельности в области математического моделирования электронных цепей.</p>
--	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Направление подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»
 Профиль «Промышленная электроника»
 РПД Б1.О.16 «Математическое моделирование электронных цепей»



4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Структура дисциплины:

Индекс	Наименование	Форма контроля								з.е.		Итого акад. часов						Курс 2																
		Экз а мен	Заче т	Заче т с оц.	К П	КР	Реф е рат	РГ Р	Экспе р тное	Фак т	Часо в в з.е.	Экспе р тное	По план у	Контак т часы	СР	Кон т роль	Сем. 3							Сем. 4										
																	з.е.	Ит ого	Ле к	Лаб	П р	КР П	СР	Кон т роль	з.е.	Ит ого	Ле к	Лаб	П р	КР П	С Р	Кон т роль		
Б1.О.16	Математическое моделирование электронных цепей	3						7	7	36	252	252	68	14 8	36	7	25 2	34	34			14 8	36											

ОБОЗНАЧЕНИЯ:

Виды промежуточной аттестации (виды контроля):

Экз — экзамен;

ЗаО — зачет с оценкой;

За — зачет;

Виды работ:

Контакт. — контактная работа обучающихся с преподавателем;

Лек. — лекционные занятия;

Лаб. — лабораторные работы;

Пр. — практические занятия;

КРП — курсовая работа (курсовой проект);

РГР — расчетно-графическая работа (реферат);

СР — самостоятельная работа студентов;

з.е. — объем дисциплины в зачетных единицах.

Содержание дисциплины:

№	Наименование видов занятий и тематик, содержание
1	<p>Лекционные занятия 17 шт. по 2 часа (34 час.):</p> <p>1.1. Основные понятия математического моделирования. Классификация математических моделей. Анализ результатов моделирования</p> <p>1.2. Программа схемотехнического моделирования Micro-Cap. Основные возможности, идеология работы с программой Micro-Cap.</p> <p>1.3. Общие принципы создания моделей электронных компонентов. Базовый набор элементов для построения моделей. Модели идеального и неидеального резистора, Их параметры и область применения.</p> <p>1.4. Модели неидеального конденсатора. Параметры моделей, область применимости.</p> <p>1.5. Модели неидеальной линейной и нелинейной катушки индуктивности. Параметры моделей, область применимости.</p> <p>1.6. Модели трансформатора с линейным сердечником. Параметры модели, область применимости.</p> <p>1.7. Модели источников ЭДС и источников тока. Зависимые и независимые источники. Учет в модели неидеальности источников тока и напряжения.</p> <p>1.8. Модель усилителя. Модель диода. Модель биполярного транзистора. Модель полевого транзистора.</p> <p>1.9. Модели разного уровня сложности и критерии их выбора.</p> <p>1.10. Электрические сигналы, их классификация, параметры и математические модели.</p> <p>1.11. Идеология моделирования электронных цепей в программе Micro-Cap. Основные виды анализа и моделирования, реализуемые при помощи программы Micro-Cap.</p> <p>1.12. Понятие стационарного режима работы электронной цепи. Параметры стационарного режима. Особенности анализа стационарного режима в программе Micro-Cap.</p> <p>1.13. Анализ работы цепи во временной области. Понятие переходного процесса. Основные параметры анализа во временной области.</p> <p>1.14. Частотный анализ электронной цепи. Основные частотные характеристики. Использование программы Micro-Cap для получения частотных характеристик электронных цепей.</p> <p>1.15. Понятие статических характеристик. Общие принципы получения статических характеристик. Использование программы Micro-Cap для получения статических вольт-амперных характеристик.</p> <p>1.16. Формы представления результатов моделирования. Дополнительные возможности результатов моделирования, предоставляемые программой Micro-Cap.</p> <p>1.17. Спектры электрических сигналов. Математический аппарат спектрального анализа. Средства спектрального анализа программы Micro-Cap. Построение спектральных диаграмм.</p>
2	<p>Лабораторные работы 8 шт. по 4 часа и 1 шт. 2 часа (34 час.):</p> <p>2.1 Работа в схемном редакторе программы Micro-Cap.</p> <p>2.2 Использование моделей неидеального резистора и неидеального конденсатора.</p> <p>2.3 Исследование свойств различных моделей катушки индуктивности и трансформатора.</p> <p>2.4 Исследование свойств модели усилителя и модели биполярного транзистора.</p> <p>2.5 Задание сигналов различной формы при помощи математических моделей.</p> <p>2.6 Расчет стационарного режима электронной цепи при помощи программы Micro-Cap.</p> <p>2.7 Анализ работы электронных схем во временной области при помощи программы</p>

	Micro-Cap. 2.8 Частотный анализ электронных цепей при помощи программы Micro-Cap. 2.9 Использование функций типа Performance для получения характеристик электронных цепей (2 часа).	
3	самостоятельная работа студентов: 3.1. Изучение материалов лекций 3.2. Подготовка к практическим занятиям 3.3. Подготовка к лабораторным работам 3.4. Расчетно-графическая работа 3.5. Самостоятельное изучение материалов дисциплины 1. Математическое описание различных типов фильтров. 2. Синтез активных фильтров. Окно диалога синтеза активных фильтров. Списки компонентов (Component lists). Задание параметров фильтра в режиме Mode 1. 3. Задание параметров фильтра в режиме Mode 2. 4. Математическое описание пассивных фильтров. Синтез пассивных фильтров. 5. Основные понятия цифрового моделирования, цифровые узлы, цифровые состояния. Временные модели (Timing models), задержки распространения сигналов (Propagation delays). 6. Цифровые задержки и интервалы неоднозначности сигналов. Паразитные импульсы вследствие логических соcтязаний. 7. Модели цифровых компонентов. Общий формат цифровых примитивов. Структура модели цифрового компонента. 8. Цифровые SPICE-примитивы, используемые в Micro-Cap. 9. Логические вентили (Gates). Триггеры. Подтягивающие резисторы Pullup и Pulldown. 10. Цифровая безынерционная линия задержки. Программируемые логические матрицы. 11. Многоурядные аналого-цифровые преобразователи. Многоурядные цифроаналоговые преобразователи. 12. Генераторы цифровых сигналов (Stimulus generators). 13. Интерфейсная модель (I/O model), цифроаналоговый интерфейс. Аналого-цифровой интерфейс. 14. Интерфейсные модели основных серий цифровых интегральных схем.	час. 34 0 34 0 80
	Всего:	148
	3.5. Подготовка к экзамену	36

Текущий контроль: Письменный контрольный опрос по изученному теоретическому материалу и полученным практическим навыкам проводится на практических и лабораторных занятиях.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

№ п/п	Виды учебных занятий	Образовательные технологии
-------	----------------------	----------------------------

1.	Лекции	Интерактивная лекция (лекция-визуализация). Индивидуальные и групповые консультации по дисциплине.
2.	Лабораторная работа	Технология выполнения лабораторных заданий индивидуально. Технология выполнения лабораторных заданий в малой группе (в бригаде). Допуск к лабораторной работе.
3.	Самостоятельная работа студентов (внеаудиторная)	Информационно-коммуникационные технологии (доступ к ЭИОС филиала, к ЭБС филиала, доступ к информационно-методическим материалам по дисциплине).
6.	Контроль (промежуточная аттестация: зачет или экзамен)	Технология устного опроса.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Форма промежуточной аттестации по настоящей дисциплине — экзамен.

Перечень теоретических вопросов к экзамену

1. Моделирование. Основные понятия. Термины и определения.
2. Математическое моделирование. Классификация математических моделей.
3. Виды анализа и расчета электронных схем. Модели элементов и схем.
4. Модели компонентов электронных схем. Классификация моделей.
5. Модели основных электронных компонентов. Базовый набор элементов моделей.
6. Модели источников ЭДС.
7. Модели источников тока.
8. Модели резистора.
9. Модели конденсатора.
10. Модели катушки индуктивности и дросселя.
11. Модель трансформатора.
12. Типовые электрические сигналы и их параметры.
13. Математические модели электрических сигналов.
14. Программа схемотехнического моделирования Micro-Cap. Основные возможности, идеология работы с программой Micro-Cap.
15. Общий подход к моделированию электронных устройств. Основные виды анализа и моделирования, реализуемые при помощи программы Micro-Cap.
16. Анализ стационарного режима электронной схемы (Dynamic DC). Понятие стационарного режима работы электронной схемы. Параметры стационарного режима. Особенности анализа стационарного режима в программе Micro-Cap.
17. Расчет статических характеристик электронных компонентов и электронных схем (DC). Понятие статических характеристик. Общие принципы получения статических характеристик. Использование программы Micro-Cap для получения статических вольт-амперных характеристик.
18. Анализ переходных процессов в электронной схеме (Transient). Анализ работы схемы во временной области. Параметры задания анализа.

19. Частотный анализ электронных схем (АС). Основные частотные характеристики. Использование программы Micro-Cap для получения частотных характеристик электронных схем.
20. Спектральный анализ. Средства спектрального анализа. Построение спектральных диаграммы.
21. Моделирование цифровых устройств. Общий подход к моделированию цифровых устройств. Особенности моделей цифровых компонентов.
22. Использование функций типа Performance для получения характеристик электронных схем.

Типовые задачи

1. Записать математическую модель одиночного прямоугольного импульса, если его амплитуда 3В, длительность 5мС, начальная задержка 2мС.
2. Нарисовать периодическую последовательность прямоугольных радиоимпульсов. Указать на графике начальную задержку, длительность импульса, амплитуду импульса, период импульса и период несущей частоты.
3. Нарисовать одиночный прямоугольный импульс с неидеальными фронтами. Указать на графике длительность переднего и заднего фронта, а также длительность импульса.
4. По каким уровням измеряется длительность импульса?
5. Нарисовать график автокорреляционной функции одиночного прямоугольного импульса (видеоимпульса).
6. Что такое амплитудно-частотный спектр?
7. Привести пример графика фазо-частотного спектра.
8. Привести пример графиков линейчатого (дискретного) и непрерывного амплитудно-частотных спектров.
9. Нарисовать примерный вид графика фазо-частотного спектра периодической последовательности прямоугольных импульсов.
10. Что представляет собой огибающая амплитудно-частотного спектра периодической последовательности прямоугольных импульсов?
11. Нарисовать примерный вид графика фазо-частотного спектра периодической последовательности прямоугольных радиоимпульсов.
12. Что представляет собой огибающая фазо-частотного спектра периодической последовательности прямоугольных радиоимпульсов?
13. На какой частоте амплитудно-частотный спектр периодической последовательности прямоугольных радиоимпульсов имеет максимум?
14. Нарисовать примерный вид графика фазо-частотного спектра одиночного прямоугольного импульса (видеоимпульса).
15. На какой частоте амплитудно-частотный спектр одиночного прямоугольного импульса (видеоимпульса) имеет максимум?
16. На какой частоте амплитудно-частотный спектр одиночного прямоугольного радиоимпульса имеет максимум?
17. Какой тип (непрерывный или дискретный) имеет спектр периодической последовательности прямоугольных импульсов (видеоимпульсов)?
18. Какой тип (непрерывный или дискретный) имеет спектр периодической последовательности прямоугольного радиоимпульса?

19. Нарисовать схему 1. Используя команды Micro-Cap перенумеровать компоненты схемы так, чтобы нумерация соответствовала требованиям ЕСКД (сверху вниз, слева направо). Провести анализ Dynamic DC. Вывести на схему напряжения в узлах.
20. Создать в корневом разделе диска D папку с именем ММЭУ_ NN, где NN – номер в журнале. Сохранить в этой папке полученный схемный файл под именем 01_ NN, где NN – номер в журнале.
21. Вывести на схему токи в ветвях (напряжение в узлах убрать). Полученный схемный файл сохранить под именем 02_ NN в папку ММЭУ_ NN.
22. Повернуть схему на 90 градусов по часовой стрелке. Перенумеровать компоненты схемы в соответствии с требованиями ЕСКД. Вывести на схему только номера узлов и напряжения в узлах. Полученный схемный файл сохранить под именем 03_ NN в папку ММЭУ_ NN.
23. Преобразовать схему с соответствии с правилами расчета схемы по постоянному току. Полученный схемный файл сохранить под именем 04_ NN в папку ММЭУ_ NN.
24. Нарисовать схему 2. (нумерация с учетом требований ЕСКД)
25. Провести анализ Dynamic DC. Вывести на схему напряжения в узлах.
26. Задать слайдер для резистора R1. Минимальное значение 10кОм, максимальное 400кОм, шаг изменения 1%.
27. Изменяя положения движка слайдера добиться того, чтобы напряжение в узле Out примерно соответствовало половине напряжения питания (т.е. половине напряжения источника V2). Полученный схемный файл сохранить под именем 05_ NN в папку ММЭУ_ NN.
28. Нарисовать схему 3 для получения семейства выходных характеристик транзистора (зависимости тока коллектора от напряжения коллектор-эмиттер при разных токах базы).
29. В режиме анализа DC задать линейное изменение источника напряжения V1 от 0 до 20В с шагом 0.1В, а источника тока I1 (вторая переменная) – линейное изменение от 0 до 10мА с шагом 1мА.
30. Собрать схему 1, состоящую из источника синусоидального напряжения и резистора. Задать имя входного узла In. Для источника синусоидального напряжения задать частоту 4 кГц*N, где N – номер в журнале. Амплитуда синусоидального сигнала – 10 В. Запустить анализ Transient. Задать время расчета таким, чтобы на графики выводилось 4 периода синусоидального сигнала. Максимальный шаг расчета задать 0.001 времени расчета. Построить график напряжения в узле In.
31. Создать в доступной сетевой папке (Share docs) папку с именем ММЭУ_ ПЭ1_ NN, где NN – номер в журнале. Сохранить в этой папке полученный схемный файл под именем 01_ NN, где NN – номер в журнале.
32. Собрать схему 2. Для источника синусоидального напряжения задать частоту 5 кГц, амплитуду 10 В. Время расчета – 3 периода. Максимальный шаг расчета задать 1мкс. Получить на первом графике напряжение в узле In, а на втором – в узле Out, на третьем – ток через диод D1. Сохранить схемный файл в созданной папке под именем 02_ NN, где NN – номер в журнале.
33. Для схемы 2 задать степинг (изменение с заданным шагом) для сопротивления резистора R1 (через параметры анализа Transient). Минимальное значение сопротивления – 10 Ом*N, где N – номер в журнале. Максимальное значение сопротивления в 20 раз больше минимального. Шаг изменения равен 1/10

- максимального сопротивления. Получить на первом графике напряжения в узле In, а на втором – в узле Out.
34. Сохранить схемный файл в созданной под именем 03_NN, где NN – номер в журнале.
 35. Собрать схему 3. На одном графике получить зависимости от времени напряжений в узлах In и Out (при убранном флажке Operating Point). Время расчета выбрать таким, чтобы переходный процесс установления напряжения на конденсаторе полностью завершился. Сохранить схемный файл в созданной под именем 04_NN, где NN – номер в журнале.
 36. Собрать схему 4, состоящую из источника синусоидального напряжения и дифференцирующей RC-цепи. Задать имя входного узла In, выходного – Out. Параметры источника V1 можно не задавать. Сопротивление резистора $R1=10\text{кОм}$, емкость конденсатора $C1=100*N\text{ пФ}$, где N – номер в журнале. Рассчитать постоянную времени $\tau=RC$ и частоту среза f_{cp} фильтра, которым по сути является дифференцирующая RC-цепи ($f_{cp} = 1/(2\pi\tau)$). Запустить АС-анализ. В параметрах АС-анализа нижнюю частоту расчета задать (округленно) в 1000 раз меньше частоты среза, а верхнюю частоту расчета – в 1000 раз больше частоты среза.
 37. Построить амплитудно-частотную характеристику (зависимость коэффициента передачи схемы от частоты:) в «разах» и в децибелах. При построении графика в «разах» масштаб по оси Y задать от 0 до 1.2 с шагом сетки 0.2. При построении графика в децибелах масштаб по оси Y задать от -60дБ до 20дБ с шагом сетки 20дБ.
 38. Сохранить схемный файл в созданной под именем 05_NN, где NN – номер в журнале.
 39. Собрать схему 5. Амплитуда синусоидального напряжения источника V1 равно 20мВ. Частота рассчитывается по формуле: $(10+N)\text{кГц}$, где N – порядковый номер студента в журнале посещаемости.
 40. Напряжение источника V2 рассчитывается по формуле: $(10+N)\text{В}$, где N – порядковый номер студента в журнале посещаемости.
 41. Изменением величины сопротивления R1 задать номинальный режим работы транзистора в схеме (напряжение на коллекторе транзистора (узел Out) равно половине напряжения питания). При этом R1 должно быть более 100 кОм.
 42. Провести анализ переходных процессов при включенном флажке Operating Point. Время расчета – 4 периода синусоидального сигнала. Максимальный шаг расчета – 0.001 периода. Построить график напряжения в узле Out.
 43. Сохранить схемный файл в созданной под именем 06_NN, где NN – номер в журнале.
 44. Для схемы 5 провести частотный анализ и построить коэффициент передачи схемы (отношение напряжения в узле Out к напряжению в узле In) в разах и децибелах в диапазоне частот от 10 Гц до 100 МГц.

В филиале используется система с традиционной шкалой оценок — «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», «зачтено», «не зачтено» (далее — пятибалльная система).

Применяемые критерии оценивания по дисциплинам (в соответствии с инструктивным письмом НИУ МЭИ от 14 мая 2012 года № И-23):

Оценка	Критерии оценки результатов
--------	-----------------------------

по дисциплине	обучения по дисциплине
<p>«отлично»/ «зачтено (отлично)»/ «зачтено»</p>	<p>Выставляется обучающемуся, обнаружившему всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины, правильно выполнившему практическое задание. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне — «эталонный».</p>
<p>«хорошо»/ «зачтено (хорошо)»/ «зачтено»</p>	<p>Выставляется обучающемуся, обнаружившему полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющему предусмотренные задания, усвоившему основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, правильно выполнивший практическое задание, но допустивший при этом непринципиальные ошибки. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне — «продвинутый».</p>
<p>«удовлетворительно»/ «зачтено (удовлетворительно)»/ «зачтено»</p>	<p>Выставляется обучающемуся, обнаружившему знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющемуся с выполнением заданий, знакомому с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившему погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающему необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившему другие практические задания из того же раздела дисциплины. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне — «пороговый».</p>
<p>«неудовлетворительно» / не зачтено</p>	<p>Выставляется обучающемуся, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на все вопросы билета и дополнительные вопросы и неправильно выполнившему практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно»). Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции на уровне «пороговый», закреплённые за дисциплиной, не сформированы.</p>

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебное и учебно-лабораторное оборудование

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; демонстрационным оборудованием: персональным компьютером (ноутбуком); переносным (стационарным) проектором.

Учебная аудитория для лабораторных работ, выполняемых в компьютерном классе, оснащенная:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; персональными компьютерами.

Для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине используется помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; персональными компьютерами с подключением к сети «Интернет» и доступом в ЭИОС филиала.

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

для слепых и слабовидящих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
- письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

для глухих и слабослышащих:

- лекции оформляются в виде электронного документа;
- письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
- экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере;

- используется специальная учебная аудитория для лиц с ЛОВЗ – ауд. 106 главного учебного корпуса по адресу 214013, г. Смоленск, Энергетический пр-д, д.1, здание энергетического института (основной корпус).

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены филиалом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

для слепых и слабовидящих:

- в печатной форме увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

для глухих и слабослышащих:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература.

1. Амелина, М. А. Программа схемотехнического моделирования Micro-Cap. Версии 9, 10 : учебное пособие для вузов / М. А. Амелина, С. А. Амелин. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 632 с. — ISBN 978-5-8114-6995-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/153923> (дата обращения: 31.01.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Загидуллин, Р. Ш. Основы комплексного проектирования и макетирования радиоэлектронных схем : учебное пособие / Р. Ш. Загидуллин, Д. И. Оглоблин. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018. — 106 с. — ISBN 978-5-7038-4786-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/103419> (дата обращения: 01.02.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Петров, М. Н. Моделирование компонентов и элементов интегральных схем : учебное пособие / М. Н. Петров, Г. В. Гудков. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 464 с. — ISBN 978-5-8114-1075-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/661> (дата обращения: 01.02.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература.

1. Трухин, М. П. Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств : учебное пособие / М. П. Трухин. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2017. — 386 с. — ISBN 978-5-9912-0449-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/111111> (дата обращения: 01.02.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Амелина М. А., Амелин С. А. Программа схемотехнического моделирования Micro-Cap 8. — М.: Горячая линия-Телеком, 2007. — 464 с. ил. (19 экз. на абонементе)
3. Амелина М.А., Амелин С.А. Магнитные элементы электронных устройств : учебное пособие по курсу "Магнитные элементы электронных устройств", напр. 210100 "Электроника и микроэлектроника", спец. 210106 "Промышленная электроника" / СФ МЭИ;. — Смоленск : СФ МЭИ, 2011 .— 191, [2] с. : ил. (10 экз. на абонементе).

Список авторских методических разработок.

Авторские методические разработки размещены по ссылке:
<https://drive.google.com/drive/folders/1ge8laBZxOK6n7Ed6ihlXlGOAbBMrirut?usp=sharing>

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Номер изменения	Номера страниц				Всего страниц в документе	Наименование и № документа, вводящего изменения	Подпись, Ф.И.О. внесшего изменения в данный экземпляр	Дата внесения изменения в данный экземпляр	Дата введения изменения
	измененных	замененных	новых	аннулированных					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10