

Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
Профиль «Электроснабжение»
РПД Б1.В.06 «Промышленная электроника»



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

УТВЕРЖДАЮ

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



В.В. Рожков

02 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки (специальность): 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль «Электроснабжение»

Уровень высшего образования: бакалавриат

Нормативный срок обучения: 4 года 11 месяцев

Форма обучения: заочная

Год набора: 2025

Смоленск

Программа составлена с учетом ФГОС ВО по направлению подготовки / специальности 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом Минобрнауки России от «28» февраля 2018 г. № 144

Программу составил:

Старший преподаватель кафедры
«Электроники и микропроцессорной техники»

подпись

Каткова Анна Александровна
ФИО

20.01.2025 г.

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

23.01.2025 г.

Заведующий кафедрой «Электроники и микропроцессорной техники»:

подпись

Якименко И.В.

06.02.2025 г.

Согласовано:

Заведующий кафедрой «Электроэнергетические системы»:

подпись

к.т.н., доцент Р.В. Солопов
ФИО

06.02.2025 г.

РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

**Ответственный в филиале по работе
с ЛОВЗ и инвалидами**

подпись

зам. начальника УУ

Е.В. Зуева
ФИО

06.02.2025 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: подготовка обучающихся к научно-исследовательской деятельности по направлению бакалавриата 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» 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 Промышленная электроника относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Для изучения данной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

- Б1.В.13 Техника высоких напряжений
- Б1.В.ДВ.02.01 Статистика в задачах электроэнергетики
- Б1.В.ДВ.02.02 Моделирование в электроэнергетике

Перечень последующих дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной дисциплиной:

- Б1.В.07 Воздушные и кабельные линии электропередач
- Б1.В.12 Низковольтные электрические аппараты
- Б2.В.03(Н) Научно-исследовательская работа
- Б3.01 Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы

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
ПК-1 Способен решать задачи цифровизации в электроэнергетике и электротехнике		

Содержание дисциплины:

№	Наименование видов занятий и тематик, содержание	
1	лекционные занятия 2 шт. по 2 часа (4 час.): Тема №1. Электронно-дырочный переход. 1.1. Понятие электронно-дырочного перехода. p-n – переход в равновесном состоянии. Прямое смещение p-n – перехода. Обратное смещение p-n – перехода. Виды пробоев p-n – перехода. Емкости p-n - перехода. Тема №2. Полупроводниковые приборы. Виды диодов, назначение. Структура и принцип работы биполярного транзистора. Схема включения с ОБ, вольт-амперные характеристики. Схема включения с ОЭ, вольт-амперные характеристики. Полевой транзистор с управляющим p-n – переходом. Тема №3. Тиристоры, фотодиоды, оптопары. 1.2. Тиристор, структура и принцип работы. Фотодиод, принцип действия. Оптопары, назначение, параметры. Тема №4. Усилительные каскады. Усилительный каскад с ОБ: схема, характеристики, параметры. Усилительный каскад с ОЭ: схема, характеристики, параметры. Усилительный каскад с ОК: схема, характеристики, параметры.	
2	лабораторные занятия 1 шт. по 4 часа (4 час.): 2.1. Исследование параметров и характеристик полупроводниковых диодов, светодиодов и стабилитронов	
3	Расчетно-графическая работа «Расчет типовых схем промышленной электроники»	
4	самостоятельная работа студентов:	час.
	4.1. Изучение материалов лекций	50
	4.2. Самостоятельное изучение следующих тем: Основные типы материалов, применяемые в электронике. Зонная теория. Собственная и примесная электропроводимость полупроводников. Понятие основных и неосновных носителей в примесном полупроводнике. Дрейфовый и диффузионный ток в полупроводнике. Виды тиристоров. Основные виды оптопар. Понятие операционного усилителя (ОУ). Идеальный ОУ. Инвертирующее включение, неинвертирующее включение ОУ.	40
	4.3. Подготовка к лабораторным работам	6
	Всего:	96
	4.4. Подготовка к зачету	4

Текущий контроль: Проводится проверка усвоения материала путем устного опроса, производится проверка отчетов по результатам выполнения лабораторных работ и их защита.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Таблица - Образовательные технологии, используемые при реализации различных видов учебной занятий по дисциплине

№ 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 в малой группе (в бригаде) Технология проблемного обучения на основе анализа результатов лабораторной работы: индивидуальный опрос, представление студентом или группой студентов (бригадой) результатов лабораторной работы в форме отчета. 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)
4.	Контроль (промежуточная аттестация: зачет или экзамен)	Технология устного опроса

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

Оценка качества освоения дисциплины включает как текущий контроль успеваемости, так и промежуточную аттестацию.

Оценочные средства текущего контроля:

Вопросы по материалам практических занятий:

1. Понятие электронно-дырочного перехода. p-n переход в равновесном состоянии.
2. Перечислить основные параметры и характеристик полупроводниковых диодов, светодиодов.
3. Принцип работы стабилитрона.
4. Перечислить основные параметры и характеристик стабилитрона.
5. Принцип работы биполярного транзистора в схеме с ОБ.
6. Статические характеристики биполярного транзистора в схеме с ОЭ.
7. Основные типы усилительных каскадов.
8. Понятие операционного усилителя (ОУ). Идеальный ОУ и его свойства. Форма промежуточной аттестации по настоящей дисциплине – зачет с оценкой.

Оценочные средства промежуточной аттестации:

Форма промежуточной аттестации по настоящей дисциплине – зачет с оценкой.

Перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Основные типы материалов, применяемые в электронике. Зонная теория.
2. Собственная и примесная электропроводность полупроводников.
3. Понятие основных и неосновных носителей в примесном полупроводнике. Дрейфовый и диффузионный ток в полупроводнике.
4. Понятие электронно-дырочного перехода. p-n переход в равновесном состоянии.
5. Прямое смещение p-n перехода. Обратное смещение p-n перехода.
6. Виды пробоев p-n перехода.
7. Емкости p-n перехода.

8. Диоды. Виды диодов, назначение, условные обозначения и основные параметры.
9. Стабилитроны. Принцип действия, характеристики, параметры.
10. Контакт металл-полупроводник. Диод Шоттки. Принцип действия, характеристики, пример конструкции.
11. Структура и принцип работы биполярного транзистора.
12. Схема включения с ОБ, вольтамперные характеристики.
13. Схема включения с ОЭ, вольтамперные характеристики.
14. Принцип действия полевого транзистора с управляющим р-п переходом.
15. Тиристор. Структура и принцип работы.
16. Виды тиристоров.
17. Фотодиод. Принцип действия и ВАХ в фотодиодном и фотогальваническом режиме.
18. Оптопары (оптроны), назначение, обобщенная структура. Входные и выходные параметры.
19. Усилительный каскад с ОБ. Схема, характеристики и параметры.
20. Усилительный каскад с ОЭ. Схема, характеристики и параметры.
21. Усилительный каскад с ОК. Схема, характеристики и параметры.
22. Понятие операционного усилителя (ОУ). Идеальный ОУ и его свойства.
23. Инвертирующее включение ОУ. Неинвертирующее включение ОУ.

ЗАДАНИЕ НА РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКУЮ РАБОТУ
«Расчет типовых схем промышленной электроники»

Задание:

№ варианта	Задание 1	Задание 2	Задание 3
1	2	3	4
1	Рассчитать величину R1 (рис. 1) и максимальную мощность, выделяемую на нем. $U_{ВХ}=27\div 33$ В; $U_{СТ}=22$ В (D1- КС522А) $R_H=4,7$ кОм Определить $K_{СТ}$; $R_{ВЫХ СТ}$	Нарисовать и рассчитать схему инвертирующего усилителя со следующими параметрами: $K_u = 100$ $R_{ВХ} = 1$ кОм	Нарисовать схему, выполняющую логическую функцию: $Y = \overline{(X1+X2)} * X3 + X4$
2	Рассчитать величину R1 (рис. 1) $U_{СТ}=3,3$ В D1- КС133А $R_H=1$ кОм $U_{ВХ}=9 \pm 15\%$ Определить $K_{СТ}$; $R_{ВЫХ СТ}$	Нарисовать и рассчитать схему неинвертирующего усилителя со следующими параметрами: $K_u = 21$ $R_{ВХ} = 1$ кОм	Нарисовать схему, выполняющую логическую функцию: $Y = X1 * X2 * X3 + \overline{X4 * X5}$
3	Определить максимальное значение R_H в схеме (рис. 1). $R1=200$ Ом D1-КС433А, $U_{ВХ}=10 \text{ В} \pm 10\%$ Определить $K_{СТ}$; $R_{ВЫХ СТ}$	Нарисовать и рассчитать схему инвертирующего усилителя со следующими параметрами: $K_u = 50$ $R_{ВХ} = 2$ кОм	Нарисовать схему, выполняющую логическую функцию: $Y = \overline{X1 * X2} + X3 * X4$

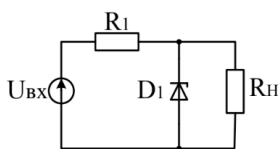


Рис. 1

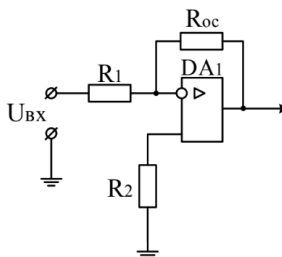


Рис. 2

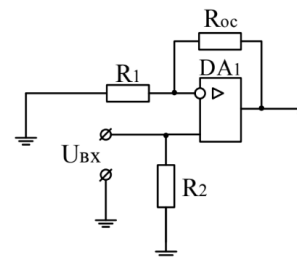


Рис. 3

Отчет должен содержать в себе титульный лист и распечатанные/рукописные страницы расчетов с подробными пояснениями.

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 по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
«отлично»/ «зачтено (отлично)»/ «зачтено»	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».
«хорошо»/ «зачтено (хорошо)»/ «зачтено»	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».
«удовлетворительно»/ «зачтено (удовлетворительно)»/ «зачтено»	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».
«неудовлетворительно»/ не зачтено	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 соответству-

Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
	ющей дисциплине. Оценка по дисциплине выставляются обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции на уровне «пороговый», закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебное и учебно-лабораторное оборудование

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

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

Для проведения лабораторных работ используется специализированная лаборатория: лаборатория Б-314, расположенная по адресу 214013, г. Смоленск, Энергетический пр., д.1, Здание энергетического института (лабораторный корпус № 2).

Лаборатория оснащена четырьмя лабораторными стендами для исследования характеристик полупроводниковых приборов. В основное оборудование лаборатории входит следующая аппаратура для проведения занятий по дисциплине «Промышленная электроника»: стенды с установленными на них платами для проведения испытаний, цифровые мультиметры типа М830В.

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

- специализированной мебелью; доской аудиторной; персональным компьютерами с подключением к сети "Интернет" и доступом в ЭИОС филиала.

Программное обеспечение: не требуется.

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. Игумнов, Д. В. Основы полупроводниковой электроники : учебное пособие / Д. В. Игумнов, Г. П. Костюнина. — 2-е изд., доп. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2016. — 394 с. — ISBN 978-5-9912-0180-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/111058>

2. Белов, Н. В. Электротехника и основы электроники : учебное пособие / Н. В. Белов, Ю. С. Волков. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 432 с. — ISBN 978-5-8114-1225-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/35533>

Дополнительная литература.

1. Иванов, И. И. Электротехника и основы электроники : учебник / И. И. Иванов, Г. И. Соловьев, В. Я. Фролов. — 10-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 736 с. — ISBN 978-5-8114-0523-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/112073>
2. Силовая полупроводниковая элементная база. Технология производства. Конструктивные решения : учебное пособие / В. Я. Фролов, А. М. Сурма, К. Н. Васерина, А. А. Черников. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-3507-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/115497>

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Но- мер из- ме- не- ния	Номера страниц				Всего стра- ниц в доку- менте	Наименование и № документа, вводящего изменения	Подпись, Ф.И.О. внесшего измене- ния в данный эк- земпляр	Дата внесения из- менения в данный эк- земпляр	Дата введения из- менения
	из- ме- нен- ных	за- ме- нен- ных	но- вых	ан- ну- ли- ро- ванн ых					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10