

Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
Профиль «Электроснабжение»
РПД Б1.В.12 «Низковольтные электрические аппараты»



**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

НИЗКОВОЛЬТНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ

(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:

к.т.н., доц. Андреев Е.С.

20.01.2025 г.

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры «Электроэнергетические системы»
23.01.2025 г.

Заведующий кафедрой «Электроэнергетические системы»:

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 и проектной деятельности по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС ВО и ОП ВО, в части представленных ниже знаний, умений и навыков;
- участие студентов в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике при изучении основных положений теории электрических аппаратов;
- подготовка студентов к решению практических задач по расчету и выбору различных низковольтных электрических аппаратов.

Задачи:

- ознакомление студентов с основами теории электрических аппаратов, назначением, принципом действия, конструкциями низковольтных электрических аппаратов и условиями их выбора;
- изучение студентами параметров оборудования систем электроснабжения и режимов его работы для целей проектирования систем электроснабжения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина Низковольтные электрические аппараты относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

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

- Б1.В.06 Промышленная электроника
- Б1.В.07 Воздушные и кабельные линии электропередач
- Б1.В.13 Техника высоких напряжений
- Б1.В.ДВ.02.01 Статистика в задачах электроэнергетики
- Б1.В.ДВ.02.02 Моделирование в электроэнергетике
- Б2.В.03(Н) Научно-исследовательская работа
- Б1.В.01 Электрические машины
- Б1.В.10 Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем
- Б1.В.11 Электроснабжение
- Б1.В.ДВ.04.01 Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах
- Б1.В.ДВ.04.02 Аварийные режимы в электроэнергетических системах
- Б1.В.ДВ.05.01 Короткие замыкания в электроэнергетических системах
- Б1.В.ДВ.05.02 Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах

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

- 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 | | |
| ПК-4. Готов определять параметры оборудования систем электроснабжения и режимов его работы | ПК-4.1 Применяет средства определения параметров оборудования в системах электроснабжения | Знает: назначение, конструкцию, принцип действия и технические параметры электрических аппаратов Умеет: проводить расчет магнитных цепей и обмоток электромагнитов постоянного и переменного тока; рассчитывать тяговые усилия электромагнитов; рассчитывать и выбирать электрические аппараты Владеет: навыками расчета магнитных и электрических цепей электрических аппаратов, навыками монтажа, наладки и регулировки электрических аппаратов |
| | ПК-4.2 Использует полученную от систем управления информацию для определения режимов работы систем электроснабжения | Знает: режимы заземления нейтрали и открытых проводящих частей Умеет: рассчитывать токи нормального режима, а также режима КЗ в электрических сетях напряжением до 1000 В с различными режимами заземления нейтрали Владеет: методами расчета токов КЗ в электрических сетях напряжением до 1000 В с различными режимами заземления нейтрали |

Содержание дисциплины:

| № | Наименование видов занятий и тематик, содержание |
|---|--|
| 1 | лекционные занятия 4 шт. по 2 часа: 1.1. Общие сведения о низковольтных электрических аппаратах. Динамическая и термическая стойкость электрических аппаратов. 1.2. Режимы заземления нейтрали в сетях напряжением до 1000 В. 1.3. Расчет токов короткого замыкания в сетях напряжением до 1000 В. 1.4. Аппараты защиты и распределения (низковольтные предохранители, автоматические выключатели, устройства защитного отключения). |
| 2 | практические занятия 4 шт. по 2 часа: 2.1. Динамическая и термическая стойкость электрических аппаратов. 2.2. Расчет токов короткого замыкания в сетях напряжением до 1000 В. 2.3. Выбор и проверка аппаратов защиты и распределения (низковольтных предохранителей и автоматических выключателей). 2.4. Итоговое зачетное занятие. |
| 3 | расчетно-графическая работа «Выбор аппаратов защиты и распределения» |
| 4 | самостоятельная работа студентов: 4.1. Освоение теоретического материала лекционных занятий. 4.2. Подготовка к практическим занятиям (в том числе подготовка и выполнение контрольных работ). 4.3. Выполнение расчетно-графической работы. 4.4. Изучение дополнительных материалов по дисциплине на темы: 4.4.1. Отключение электрических цепей. 4.4.2. Электромагниты. |

Текущий контроль: контрольная работа по теме «Динамическая и термическая стойкость электрических аппаратов».

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

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

| № п/п | Виды учебных занятий | Образовательные технологии |
|-------|----------------------|---|
| 1 | Лекции | Классическая (традиционная, информационная) лекция Интерактивная лекция (лекция-визуализация) Индивидуальные и групповые консультации по дисциплине Информационно-коммуникационные технологии: технология взаимодействия со студентами в синхронном режиме связи — «offline»; технология взаимодействия со студентами в синхронном режиме связи — «online» |
| 2 | Практические занятия | Технология обучения на основе решения задач и выполнения упражнений Информационно-коммуникационные технологии: техно- |

| | | |
|---|--|---|
| | | логия взаимодействия со студентами в синхронном режиме связи — «offline»; технология взаимодействия со студентами в синхронном режиме связи —«online» |
| 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 с оценкой) | Технология устного опроса Технология письменного контроля, в том числе тестирование Информационно-коммуникационные технологии: технология взаимодействия со студентами в синхронном режиме связи — «offline»; технология взаимодействия со студентами в синхронном режиме связи —«online» |

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.

Форма текущего контроля по настоящей дисциплине – тестирование, контрольная работа.

Оценочные средства текущего контроля:

Примеры типового задания на контрольной работе:

Пример 1. Для схемы, приведенной на рис. 1, определить токи при трех- и однофазном КЗ в точке К1 при следующих исходных данных: система С – $S^{(3)}_{КЗ.ВН} = 200$ МВА; трансформатор Т – ТС-1000/6,3/0,4 (Y/Y_H), $S_{T.НОМ} = 1000$ кВА; шинопровод Ш – ШМА-4-1600Ш, $l_{Ш} = 10$ м.

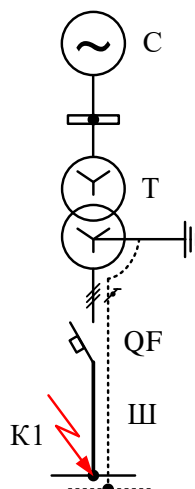


Рисунок 1. Схема сети.

Оценочные средства промежуточной аттестации.

Форма промежуточной аттестации по настоящей дисциплине – зачет с оценкой.

Примерный перечень вопросов к зачету:

1. Общие сведения о низковольтных электрических аппаратах. Основные понятия и определения. Классификация низковольтных электрических аппаратов.

2. Общие положения электродинамической стойкости электрических аппаратов.
3. Общие положения термической стойкости электрических аппаратов.
4. Режимы заземления нейтрали в сетях до 1000 В. Основные понятия и определения.
5. Расчет токов КЗ в сетях и электроустановках до 1000 В.
6. Низковольтные предохранители. Основные понятия.
7. Конструкции низковольтных предохранителей.
8. Номинальные параметры и условия выбора предохранителей.
9. Автоматические выключатели. Основные понятия.
10. Номинальные параметры и условия выбора автоматических выключателей.
11. Устройства защитного отключения (УЗО). Основные понятия.
12. Конструкции и принцип действия УЗО.
13. Номинальные параметры и условия выбора УЗО.

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 не принципиальные 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». |
| «неудовле- | Выставляется обучающемуся, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях ос- |

| Оценка по дисциплине | Критерии оценки результатов обучения по дисциплине |
|--------------------------|---|
| творительно»/ не зачтено | новного 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 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 лекционных и практических занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная:

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

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

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

Программное обеспечение: Open Office, Mathcad.

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. Сибикин, М.Ю. Монтаж, эксплуатация и ремонт электрооборудования промышленных предприятий и установок : учебное пособие : [12+] / М.Ю. Сибикин, Ю.Д. Сибикин. – Москва : Директ-Медиа, 2014. – 463 с. : ил., схем., табл. – Режим доступа: по

подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=230560> (дата обращения: 21.01.2021). – ISBN 978-5-4458-5745-7. – DOI 10.23681/457738. – Текст : электронный.

2. Чунихин, А.А. Электрические аппараты: общий курс / А.А. Чунихин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Энергия, 1975. – 648 с. : ил., табл., схем., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=601596> (дата обращения: 21.01.2021). – Библиогр. в кн. – Текст : электронный.

Дополнительная литература.

1. Электрические и электронные аппараты: В 2-х т.: учебник для вузов по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнологии". Т.1. Электромеханические аппараты / Е. Г. Акимов, Г. С. Белкин, А. П. Бурман и др.; под ред. А. Г. Годжелло, Ю. К. Розанова. – М.: "Академия", 2010. – 343 с.: ил.

2. Электрические и электронные аппараты: В 2-х т.: учебник для вузов по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнологии". Т.2. Силовые электронные аппараты / А. П. Бурман, А. А. Кваснюк, Ю. С. Коробков и др.; под ред. Ю. К. Розанова. – М.: "Академия", 2010. – 314 с.: ил.

3. Абрамов, Е.Ю. Электрические и электронные аппараты: учебно-методическое пособие: [16+] / Е.Ю. Абрамов, Л.А. Нейман; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 48 с.: ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576085> (дата обращения: 21.01.2021). – Библиогр.: с. 42. – ISBN 978-5-7782-3211-2. – Текст: электронный.

Список авторских методических разработок.

1. Д.Д. Гордиевский. Комплект лекций по дисциплине «Низковольтные электрические аппараты» в формате мультимедийных презентаций, расположен на информационных ресурсах кафедры электроэнергетических систем.

2. Д.Д. Гордиевский. Комплект практических занятий по дисциплине «Низковольтные электрические аппараты» в формате мультимедийных презентаций, расположен на информационных ресурсах кафедры электроэнергетических систем.

3. Д.Д. Гордиевский. Методические указания к выполнению расчетно-графической работы по дисциплине «Низковольтные электрические аппараты» в формате текстового файла, расположены на информационных ресурсах кафедры электроэнергетических систем.

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 |
| | | | | | | | | | |