

Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
Профиль «Электроснабжение»
РПД Б1.В.07 «Воздушные и кабельные линии электропередач»



**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

ВОЗДУШНЫЕ И КАБЕЛЬНЫЕ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

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

Профиль **«Электроснабжение»**

Уровень высшего образования: **бакалавриат**

Нормативный срок обучения: **3 года 6 месяцев**

Форма обучения: **заочная (ускоренное обучение)**

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:

подпись

к.т.н., доцент В.А. Михайлов

ФИО

20.01.2025 г.

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

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 (Воздушные и кабельные линии электропередач): подготовка обучающихся к проектной деятельности по направлению подготовки «Электроэнергетика и электротехника» посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.

Задачи: теоретическое и практическое освоение технологии эксплуатации воздушных и кабельных линий, особенностей конструкторского исполнения, методов расчета воздушных и кабельных линий.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина Воздушные и кабельные линии электропередач 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.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.02 Электроэнергетические системы и сети
- Б1.В.08 Электрооборудование электрических станций и подстанций
- Б2.В.02(П) Проектная практика

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

- Б1.В.12 Низковольтные электрические аппараты
- Б1.В.04 Электроснабжение потребителей электрической энергии
- Б1.В.ДВ.03.01 Электрическая часть ТЭЦ и подстанций систем электроснабжения
- Б1.В.ДВ.03.02 Энергоснабжение предприятий
- 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-3. Способен проводить обоснование проектных решений систем электроснабжения	ПК-3.1 Анализирует исходные данные для проектировании систем электроснабжения	<p>Знает: способы анализа исходных данных используемых при проектировании систем электроснабжения и их элементов</p> <p>Умеет: анализировать исходные данные необходимые при проектировании систем электроснабжения и их элементов</p> <p>Владеет: навыками анализа исходных данных при проектировании систем электроснабжения и их элементов</p>
	ПК-3.2 Формулирует критерии для обоснования проектных решений в системах электроснабжения	<p>Знает: критерии для обоснования проектных решений в электроэнергетических системах</p> <p>Умеет: формулировать критерии для обоснования проектных решений в системах электроснабжения</p> <p>Владеет: составом критериев для обоснования проектных решений в системах электроснабжения</p>

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Структура дисциплины:

№	Индекс	Наименование	Сессия 1														Сессия 2														Сессия 3														Итого за курс														Каф.	Курсы						
			Академических часов													Контроль	Дней	Академических часов													Контроль	Дней	Академических часов													Контроль	Дней	Академических часов													Контроль	Дней	з.е.	Неделя		
			Контроль	Всего	Контакт.	Лек.	Лаб.	Пр.	КРП	СР	Контроль	Дней	Контроль	Всего	Контакт.			Лек.	Лаб.	Пр.	КРП	СР	Контроль	Дней	Контроль	Всего	Контакт.	Лек.	Лаб.	Пр.			КРП	СР	Контроль	Дней	Контроль	Всего	Контакт.	Лек.	Лаб.	Пр.	КРП	СР	Контроль			Дней																		
44	4	Б1.В.07	Воздушные и кабельные линии электропередач																												Зач	144	8	4		4	132	4	Зач	144	8	4		4	132	4	4	4	12	3																

ОБОЗНАЧЕНИЯ:

Виды промежуточной аттестации (виды контроля):

Экз – экзамен;

ЗачО – зачет с оценкой;

Зач – 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 2 шт. по 2 часа:</p> <p>1.1. Тема Особенности условий работы ВЛ. Характеристика воздушных линий электропередачи. Особенности условий работы линий и внешние воздействующие факторы. Вибрация и пляска проводов и тросов.</p> <p>1.2. Тема Единичные и удельные нагрузки на провода и тросы. Теория расчетов проводов в нормальных и аварийных режимах. Определение стрелы провеса и длины провода в пролете. Определение стрелы провеса провода на любом расстоянии от точки подвеса провода. Уравнение состояния провода. Понятие о критических пролетах и критической температуре.</p>
2	<p>практические занятия 2 шт. по 2 часа:</p> <p>3.1. Расчет удельных нагрузок от собственного веса провода и ветровых нагрузок на проводе. Расчет удельных нагрузок на провода с учетом гололедообразования.</p> <p>3.2. Расчет критических пролетов и температуры. Расчет механических напряжений в проводе.</p>
3	<p>1. Изучение соответствующих разделов ПУЭ и других нормативных документов по ветровым и гололедным нагрузкам.</p> <p>2. Способы определения габаритного пролета. Определение напряжений в монометаллических и биметаллических проводах. Общие положения по выбору трассы ВЛ. Горизонтальные и вертикальные профили трассы ВЛ. Шаблоны для расстановки опор по профилю трассы. Монтажные стрелы провеса провода.</p> <p>3. Расчет тяжения провода при обрыве в одном из пролетов. Расчет переходов. Конструктивные особенности и области возможного применения кабельных линий высокого напряжения. Классификация силовых кабелей.</p> <p>4. Изучение конструкций силовых кабелей с бумажно-масляной, резиновой, пластмассовой, газовой изоляцией.</p> <p>5. Электрический расчет кабелей с бумажно-масляной изоляцией низкого давления. Выбор расчетных напряжений и напряженностей электрического поля. Определение конструктивных размеров.</p> <p>6. Изучение методов расчета изоляции кабеля, соединительной муфты, концевой муфты.</p>

Текущий контроль: опросы по материалам лекций.

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: технология 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: защита курсовой работы, экзамен)	Технология устного опроса 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

К промежуточной аттестации студентов по дисциплине могут привлекаться представители работодателей, преподаватели последующих дисциплин, заведующие кафедрами.

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

Форма текущего контроля по настоящей дисциплине – опросы по материалам лекций, контрольные работы по темам «Нагрузочная способность трансформаторов. Выбор трансформаторов для ПС», «Условия выбора высоковольтных выключателей», защита лабораторных работ.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости.

Для проведения опросов по материалам лекций используется следующий примерный перечень вопросов:

1. Элементы воздушных линий электропередач (провода, изоляторы, опоры).
2. Провода и грозозащитные тросы ВЛ.
3. Вибрация проводов, защита от вибрации.
4. Пляска проводов, защита от пляски.
5. Ветровые нагрузки на ВЛ.
6. Гололедные нагрузки на ВЛ.

7. Температуры, учитываемые при проектировании ВЛ.
8. Удельные и единичные нагрузки на провода.
9. Кривая провисания провода и определение стрелы провеса.
10. Определение стрелы провеса при разной высоте точек подвеса провода.
11. Определение эквивалентных пролетов и расстояния от провода до пересекаемых сооружений.
12. Натяжение в точках подвеса. Длина провода в пролете.
13. Уравнение состояния провода.
14. Критические пролеты ВЛ.
15. Классификация и маркировка силовых кабелей.
16. Силовые кабели с бумажной пропитанной изоляцией на напряжении 1-35 кВ.
17. Кабели с радиальным электрическим полем на напряжении 20 и 35 кВ.
18. Кабели для вертикальных прокладок.
19. Общие требования к кабелям с бумажной пропитанной изоляцией.

Примерный перечень вопросов по практическим занятиям дисциплины:

1. Рассвет монометаллических проводов и тросов.
2. Расчет сталеалюминевых проводов.
3. Расстановка опор по профилю с помощью шаблона.
4. Проверка опор на вырывание.
5. Расчет монтажных стрел провеса.
6. Расчет переходов.
7. Выбор изоляторов по механическим нагрузкам.
8. Выбор числа изоляторов гирлянд ВЛ.

Оценочные средства промежуточной аттестации.

Примерный перечень вопросов к зачету по дисциплине:

1. Элементы воздушных линий электропередач (провода, изоляторы, опоры).
2. Провода и грозозащитные тросы ВЛ.
3. Вибрация проводов, защита от вибрации.
4. Пляска проводов, защита от пляски.
5. Ветровые нагрузки на ВЛ.
6. Гололедные нагрузки на ВЛ.
7. Температуры, учитываемые при проектировании ВЛ.
8. Удельные и единичные нагрузки на провода.
9. Кривая провисания провода и определение стрелы провеса.
10. Определение стрелы провеса при разной высоте точек подвеса провода.
11. Определение эквивалентных пролетов и расстояния от провода до пересекаемых сооружений.
12. Натяжение в точках подвеса. Длина провода в пролете.
13. Уравнение состояния провода.
14. Критические пролеты ВЛ.
15. Развес монометаллических проводов и тросов.
16. Расчет сталеалюминевых проводов.
17. Расстановка опор по профилю трассы (общие сведения).
18. Продольный профиль трассы.

19. Расстановка опор по профилю с помощью шаблона.
20. Проверка опор на вырывание.
21. Расчет монтажных стрел провеса.
22. Расчет переходов.
23. Типы изоляторов и их характеристики.
24. Выбор типа и материала изолятора.
25. Выбор изоляторов по механическим нагрузкам.
26. Выбор числа изоляторов гирлянд ВЛ.
27. Линейная арматура.
28. Классификация и маркировка силовых кабелей.
29. Силовые кабели с бумажной пропитанной изоляцией на напряжении 1-35 кВ.
30. Кабели с радиальным электрическим полем на напряжении 20 и 35 кВ.
31. Кабели для вертикальных прокладок.
32. Общие требования к кабелям с бумажной пропитанной изоляцией.

В филиале используется система с традиционной шкалой оценок – "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно", "зачтено", "не зачтено" (далее - пятибалльная система).

Форма промежуточной аттестации по настоящей дисциплине – Зачет с оценкой.

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 принципиальные ошибки. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «продвинутый».
«удовлетворительно»/	Выставляется обучающемуся, обнаружившему знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по

Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
«зачтено (удовлетворительно)»/ «зачтено»	<p>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..</p> <p>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «пороговый».</p>
«неудовлетворительно»/ не зачтено	<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.</p> <p>Компетенции на уровне «пороговый», закреплённые за дисциплиной, не сформированы.</p>

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебное и учебно-лабораторное оборудование

Лекционные занятия:

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

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

Практические занятия:

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

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

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.

Программное обеспечение

1. Open Office (модуль Writer, Impress).
2. Программный комплекс «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, Ю.Д. Основы электроснабжения объектов : учебное пособие / Ю.Д. Сибикин. - М. ; Берлин : Директ-Медиа, 2014. - 328 с. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4458-5750-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229842>
2. Короткевич, М.А. Монтаж электрических сетей : учебное пособие / М.А. Короткевич. - Минск : Вышэйшая школа, 2012. - 512 с. : ил., табл., схем. - ISBN 978-985-06-2085-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=136235>.
3. Короткевич, М.А. Проектирование линий электропередачи. Механическая часть : учебное пособие / М.А. Короткевич. - Минск : Вышэйшая школа, 2010. - 576 с. - ISBN 978-985-06-1700-2; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=235711>

Дополнительная литература.

1. Основы кабельной техники. Учебник для студентов вузов, М.: Академия, 2006.
2. Справочник по проектированию электрических сетей. Файбисович Л., М.: Изд-во НЦЭНАС, 2009.
3. Привалов, Е.Е. Диагностика оборудования кабельных линий электропередач : учебное пособие / Е.Е. Привалов. - М. ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. - 60 с. : ил., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-3711-1; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=276287>

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