

Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
Профиль «Электроснабжение»
РПД Б1.В.ДВ.01.02 «Моделирование в электроэнергетике»



**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
МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ**
(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

Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
Профиль «Электроснабжение»
РПД Б1.В.ДВ.01.02 «Моделирование в электроэнергетике»



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 Р.В. Солопов
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 (модуля): освоение представленных ниже знаний, умений и навыков по направлению подготовки 13.03.02 – «Электроэнергетика и электротехника». Получение навыков исследования объектов электрических сетей с использованием теории моделирования.

Задачи: знакомство с основными положениями теории подобия и моделирования и её использование в решении практических задач моделирования, технико-экономических и технических задач электроэнергетики.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина Моделирование в электроэнергетике 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.03 Прикладные математические задачи

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
- Б2.В.04(Пд) Преддипломная практика
- 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-6. Способен использовать современные цифровые технологии в	ПК-6.1 Анализирует возможность распределения программных и аппаратных средств в процессе проектирования элементов систем	Знает: методы и алгоритмы математического моделирования. Умеет: применять готовые программные комплексы для решения

процессе проектирования систем электроснабжения	электроснабжения	задач моделирования. Владеет: программными средствами компьютерного моделирования.
	ПК-6.2 Применяет современные цифровые технологии в процессе проектирования элементов систем электроснабжения	Знает: современные разработки в области моделирования объектов электроэнергетики Умеет: использовать нормативную документацию. Владеет: навыками разработки проектов на ЭВМ.

Содержание дисциплины:

№	Наименование видов занятий и тематик, содержание
1	<p>лекционные занятия 4 шт. по 2 часа:</p> <p>1.1. Необходимость моделирования. Основные определения моделирования, подобия, модели. Классификация подобий. Виды моделирования. Модели-аналоги. Структурные модели. Цифровые модели.</p> <p>1.2. Система единиц измерения, основные и производные единицы. Число основных единиц. Правило Фурье. Формула размерностей. Теоремы подобия. Формулировка. Доказательство.</p> <p>1.3. Критериальный метод исследования оптимизационных технико-экономических задач (ТЭЗ).</p> <p>1.4. Электрическое моделирование. Точность моделирования. Анализ погрешностей. Достоверность моделирования. Обработка результатов экспериментов. Планирование экспериментов и теория подобия. Рациональные эксперименты.</p>
2	<p>практические занятия 5 шт. по 2 часа:</p> <p>2.1. Системы единиц измерения, основные и производные единицы. Число основных единиц. Правило Фурье. Формула размерностей.</p> <p>2.2. Теоремы подобия, практическое применение.</p> <p>2.3. Составление критериальных моделей. Способы определения критериев подобия.</p> <p>2.4. Моделирование электроэнергетических объектов.</p> <p>2.5. Анализ моделей и проверка их адекватности.</p>
3	<p>расчетно-графическая работа: <i>Разработка модели электроэнергетического объекта</i></p>
4	<p>Самостоятельная работа:</p> <p>Необходимость моделирования. Основные определения моделирования, подобия, модели. Классификация подобий. Виды моделирования. Модели-аналоги. Структурные модели. Цифровые модели.</p> <p>Система единиц измерения, основные и производные единицы. Число основных единиц. Правило Фурье. Формула размерностей.</p> <p>Первая теорема подобия. Формулировка. Доказательство.</p> <p>Вторая теорема подобия. Формулировка. Доказательство. Выводы. Метод анализа размерностей, его сравнение с методом интегральных аналогов. Иллюстрирующий пример (электрическая цепь) ко второй теореме подобия.</p> <p>Третья теорема подобия. Формулировка. Пояснения. Выводы. Способы определения критериев подобия: методы анализа уравнений (интегральных аналогов, анализа размерностей, относительных единиц).</p> <p>Дополнительные положения о подобии сложных систем и явлений, вероятностно определенных систем. Первое, второе и третье дополнительные положения подобия.</p> <p>Четвертое и пятое дополнительные положения подобия. Некоторые вопросы дальнейшего развития анализа размерностей и теории подобия. Новое в анализе размерностей.</p> <p>Принципы построения специальных систем единиц измерения. Экстенсивные и интенсивные единицы.</p> <p>Функциональные единицы измерения. Особые подходы к увеличению числа основных единиц измерения.</p>

Текущий контроль: *опрос, тестирование.*

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

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

№ п/п	Виды учебных занятий	Образовательные технологии
	Лекции	Классическая (традиционная, информационная) лекция
	Практические занятия	Технология обучения на основе решения задач и выполнения упражнений
	Самостоятельная работа студентов (внеаудиторная)	Информационно-коммуникационные технологии (доступ к ЭИОС филиала, к ЭБС филиала, доступ к информационно-методическим материалам по дисциплине)
	Контроль (промежуточная аттестация: экзамен)	Технология письменного контроля, в том числе тестирование

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.

Перечень вопросов к экзамену:

1. Необходимость и виды моделирования. Физическое математическое моделирование.
2. Модели-аналоги.
3. Структурные модели.
4. Цифровые модели.
5. Основы теории размерностей.
6. Теория подобия и ее развитие.
7. Классическое подобие.
8. Первая теорема подобия.
9. Вторая теорема подобия.
10. Третья теорема подобия.
11. Первое, второе и третье дополнительные положения о подобии

сложных систем.

12. четвертое и пятое дополнительные положения.
13. Функциональное подобие.
14. Нелинейное подобие.
15. Кибернетическое подобие.
16. Эквивалентное подобие.
17. Интегральное подобие.
18. Условное подобие.

19. Стохастическое подобие.
20. Критериальный метод анализа оптимизационных технико-экономических задач.
21. Пять задач технико-экономического анализа, решение их критериальным методом.
22. Общие положения теории моделирования.
23. Точность и достоверность моделирования.
24. Обработка результатов эксперимента.
25. Примеры моделирования элементов электрических цепей и систем.

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

Форма промежуточной аттестации по настоящей дисциплине – экзамен на 4 курсе

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».

Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
«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

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

- специализированной мебелью; доской аудиторной;

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

- специализированной мебелью; доской аудиторной;

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 Mathcad, MATLAB.

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. Моделирование в электроэнергетике : учебное пособие : [16+] / А.Ф. Шаталов, И. Воротников, М. Мастепаненко и др. ; Ставропольский государственный аграрный университет. – Ставрополь : Агрус, 2014. – 140 с. : ил., табл., схем. – Режим

- доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277510> (дата обращения: 24.03.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9596-1059-3. – Текст : электронный.
2. Лыкин, А.В. Математическое моделирование электрических систем и их элементов : учебное пособие : [16+] / А.В. Лыкин. – 3-е изд. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2013. – 227 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228767> (дата обращения: 24.03.2021). – ISBN 978-5-7782-2262-5. – Текст : электронный.

Дополнительная литература.

1. Самарский, А.А. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры [Электронный ресурс] : монография / А.А. Самарский, А.П. Михайлов. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2005. — 320 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59285 — Загл. с экрана.
2. Северцев, Н.А. Статистическая теория подобия в задачах безопасности и надежности динамических систем / Н.А. Северцев. – Москва : Издательство Радиотехника, 2016. – 399 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468781> (дата обращения: 24.03.2021). – ISBN 978-5-93108-139-7. – Текст : электронный.

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