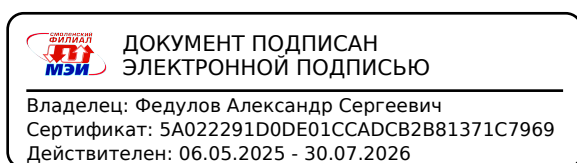


Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
Профиль «Электромеханика»
РПД Б1.В. ДВ.01.01 «Математическое моделирование электромеханических систем»



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



УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора филиала ФГБОУ ВО
«ННУ «МЭИ» в г. Смоленске
канд. техн. наук, доцент
В.В. Рожков
«06» 03 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Математическое моделирование электромеханических систем

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

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

Профиль: **«Электромеханика»**

Уровень высшего образования: **бакалавриат**

Нормативный срок обучения: **4 года**

Форма обучения: **очная**

Год набора: **2026**

Смоленск

Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
Профиль «Электромеханика»
РПД Б1.В. ДВ.01.01 «Математическое моделирование электромеханических систем»



Программа составлена с учетом ОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», утвержденного ректором ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» Н.Д. Роголевым 20.12.2023.

Программу составил:

подпись

к.т.н., доцент Е.А. Заводянская
ФИО

« 24 » февраля 2026 г.

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры «Электромеханические системы»
« 25 » февраля 2026 г., протокол № 2

Заведующий кафедрой «Электромеханических систем»:

подпись

к.т.н., доцент В.В. Рожков
ФИО

« 05 » марта 2026 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

« 05 » марта 2026 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является подготовка обучающихся к проектной деятельности путем формирования знаний, умений и навыков в области математического моделирования, современных методов математического анализа электромеханических систем, теоретического и экспериментального исследования с использованием информационных технологий и моделирования.

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

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина Математическое моделирование электромеханических систем относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

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

Математические основы программирования;

Основы теории подобия и моделирования.

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

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 ОС 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-6. Способен использовать современные цифровые технологии в процессе проектирования элементов систем электромеханики (их компонентов)	ПК-6.1 Анализирует возможность распределения программных и аппаратных средств в процессе проектирования элементов систем электромеханики (их компонентов)	Знает: методы математического анализа электромеханических систем, теоретического и экспериментального исследования с использованием информационных технологий и моделирования Умеет: использовать информационные технологии; привлекать для решения проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, соответствующий физико-математический аппарат Владеет: навыками исследования электрических машин с использованием информационных технологий



	ПК-6.2 Применяет современные цифровые технологии в процессе проектирования элементов систем электромеханики (их компонентов)	Знает: методы анализа электромеханических систем с помощью моделирования Умеет: моделировать режимы работы электромеханических систем различного назначения, определять состав оборудования и его параметры Владет: способами моделирования основных типов электрических машин
--	--	--

Содержание дисциплины:

№	Наименование видов занятий и тематик, содержание
1	<p>Лекционные занятия:</p> <p>1.1. Математическая модель асинхронного двигателя. Общая характеристика переходных процессов в АД. Механический переходный процесс.</p> <p>1.2. Математическая модель асинхронного двигателя. Электромагнитный переходный процесс. Электромеханический переходный процесс</p> <p>1.3. Обобщенная явнополюсная электрическая машина. Конструктивная схема и индуктивности обобщенной явнополюсной электрической машины (ОЯЭМ).</p> <p>1.4. Обобщенная явнополюсная электрическая машина. Уравнения потокосцеплений ОЯЭМ</p> <p>1.5. Математическая модель ОЯЭМ в осях «dq».</p> <p>1.6. Общая характеристика переходных процессов в синхронных машинах.</p> <p>1.7. Установившийся режим СМ.</p> <p>1.8. Переходный процесс и параметры СМ</p> <p>1.9. Сверхпереходный процесс и параметры СМ.</p> <p>1.10. Переходные процессы в СМ при регулировании возбуждения.</p> <p>1.11. СМ без демпферной обмотки и разомкнутой обмоткой статора. СМ с демпферной обмоткой и разомкнутой обмоткой статора.</p> <p>1.12. СМ без демпферной обмотки и короткозамкнутой обмоткой статора.</p> <p>1.13. СМ с демпферной обмоткой и короткозамкнутой обмоткой стат.ора.</p> <p>1.14. Трехфазное короткое замыкание (КЗ) синхронной машины.</p> <p>1.15. Физическая картина явлений при внезапном КЗ. Принцип постоянства потокосцеплений и структура токов. Периодические и аperiodические токи якоря. Периодические и аperiodические токи ротора.</p> <p>1.16. Величины токов при внезапном коротком замыкании синхронного генератора. Начальные значения токов. Полный и ударный ток КЗ.</p> <p>1.17. Общая характеристика переходных процессов в машинах постоянного тока. Математическая модель и элементы теории переходных процессов в машине постоянного тока (МПТ).</p>
2	<p>Лабораторные работы:</p> <p>2.1. Моделирование симметричных режимов асинхронного двигателя.</p> <p>2.2. Моделирование несимметричных режимов асинхронного двигателя.</p> <p>2.3. Моделирование процесса намагничивания сердечника однофазного трансформатора</p> <p>2.4. Моделирование несимметричных режимов синхронного двигателя.</p> <p>2.5. Моделирование установившегося режима, переходного и сверхпереходного процесса</p> <p>2.6. Моделирование синхронного генератора, работающего на автономную нагрузку (сброс, наброс нагрузки).</p> <p>2.7. Моделирование синхронного генератора, работающего на автономную нагрузку (режим холостого хода).</p> <p>2.8. Моделирование трехфазного короткого замыкания синхронной машины.</p> <p>2.9. Моделирование двигателя постоянного тока</p>

3	<p>Практические занятия:</p> <p>3.1. Механический переходный процесс.</p> <p>3.2. Электромагнитный переходный процесс. Электромеханический переходный процесс.</p> <p>3.3. Конструктивная схема и индуктивности ОЯЭМ.</p> <p>3.4. Математическая модель ОЯЭМ в осях «dq».</p> <p>3.5. Установившийся режим синхронной машины (СМ). Переходный процесс и параметры.</p> <p>3.6. Сверхпереходный процесс и параметры СМ.</p> <p>3.7. Величины токов при внезапном коротком замыкании синхронного генератора. Начальные значения токов. Полный и ударный ток КЗ.</p> <p>3.8. Математическая модель МПТ.</p>
4	<p>Расчетно-графическая работа на тему:</p> <p>«Анализ несимметричных режимов и переходных процессов асинхронного двигателя».</p>
5	<p>Самостоятельная работа студентов:</p> <p>5.1. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работе № 1 и № 2 (изучение методических указаний) Подготовка к практическим занятиям № 1 - № 2</p> <p>5.2. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работе №3 и №4 (изучение методических указаний). Подготовка к практическим занятиям № 3 - № 4.</p> <p>5.3. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работе №5 (изучение методических указаний). Подготовка к практическим занятиям № 5.</p> <p>5.4. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работе №6 (изучение методических указаний). Подготовка к практическим занятиям №6.</p> <p>5.5. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работе №7 (изучение методических указаний). Подготовка к практическим занятиям №7..</p> <p>5.6. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работе №8 (изучение методических указаний). Подготовка к практическим занятиям №8.</p>

Текущий контроль: устный опрос при проведении допуска к лабораторным работам, защите лабораторных работ.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Таблица - Образовательные технологии, используемые при реализации различных видов учебной занятости 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
2	Практические занятия	Технология обучения на основе решения задач и выполнения упражнений
3	Лабораторная работа	Технология выполнения лабораторных заданий индивидуаль-

		но Допуск к лабораторной работе
4	Самостоятельная работа студентов (внеаудиторная)	Информационно-коммуникационные технологии (доступ к ЭИОС филиала, к ЭБС филиала, доступ к информационно-методическим материалам по дисциплине)
5	Контроль (промежуточная аттестация: экзамен)	Технология устного опроса 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.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости:

Вопросы по приобретению и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной (примеры вопросов к практическим занятиям, лабораторным работам, защите расчетно-графической работы):

1. Причины возникновения несимметрии питающего напряжения.
2. Особенности моделирования источника несимметричного напряжения.
3. Влияние несимметрии питающего напряжения на процессы в АД.
4. Особенности моделирования ДПТ.
5. Влияние насыщения магнитной цепи на пуск и регулирование частоты вращения ДПТ.
6. Анализ переходных процессов при изменении нагрузки.
7. Общая характеристика переходных процессов в синхронных машинах.
8. Особенности моделирования синхронных машин (уравнения Парка-Горева).
9. Какие допущения могут вводиться при анализе переходных процессов в синхронных машинах.
10. Особенности моделирования трансформатора.
11. Почему и как влияет уровень насыщения магнитной цепи трансформатора на форму кривой тока намагничивающего контура.

Оценочные средства промежуточной аттестации:

Вопросы по формированию и развитию теоретических знаний, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной (примерные вопросы по лекционному материалу дисциплины):

1. Математическая модель асинхронного двигателя (АД).
2. Общая характеристика переходных процессов в АД.
3. Механический переходный процесс.
4. Электромагнитный переходный процесс.
5. Электромеханический переходный процесс.
6. Обобщенная явнополюсная электрическая машина (ОЯЭМ).
7. Конструктивная схема и индуктивности ОЯЭМ.
8. Уравнения потокосцеплений ОЯЭМ.
9. Математическая модель ОЯЭМ в осях « dq ».
10. Общая характеристика переходных процессов в синхронных машинах (СМ).
11. Установившийся режим СМ.
12. Переходный процесс и параметры.
13. Сверхпереходный процесс и параметры.
14. Переходные процессы в СМ при регулировании возбуждения.
15. СМ без демпферной обмотки и разомкнутой обмоткой статора.
16. СМ с демпферной обмоткой и разомкнутой обмоткой статора.
17. СМ без демпферной обмотки и короткозамкнутой обмоткой статора.
18. СМ с демпферной обмоткой и короткозамкнутой обмоткой статора.
19. Трехфазное короткое замыкание (КЗ) синхронной машины.
20. Физическая картина явлений при внезапном КЗ.
21. Принцип постоянства потокосцеплений и структура токов.
22. Периодические и аperiodические токи якоря.
23. Периодические и аperiodические токи ротора.
24. Величины токов при внезапном коротком замыкании синхронного генератора.
25. Затухание периодических токов якоря.
26. Затухание аperiodических токов якоря.
27. Полный и ударный ток КЗ.

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**.

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
----------------------	--

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»/ «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 соответствующей дисциплине. Оценка по дисциплине выставляется 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, 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 зачет 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 зачет 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 зачет 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. Встовский, В.Л. Электрические машины / В.Л. Встовский; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2013. - 464 с.: ил., табл., схем. - Библиогр. в кн.. - ISBN 978-5-7638-2518-3; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=363964>

Дополнительная литература.

1. С.П. Курилин, Е.А. Заводянская. Исследование процесса пуска асинхронного двигателя. Методические указания к расчетному заданию по курсу «Математическое моделирование электромеханических преобразователей» – 2006.

2. Заводянская Е.А. Методические указания к лабораторным работам по курсу «Математическое моделирование электромеханических преобразователей» – 2010.



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