

Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»  
Профиль «Робототехника в электромеханических системах»  
РПД Б1.В.13 «Основы теории подобия и моделирования»



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



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

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основы теории подобия и моделирования**

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

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

Профиль: **«Робототехника в электромеханических системах»**

Уровень высшего образования: **бакалавриат**

Нормативный срок обучения: **4 года**

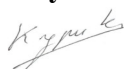
Форма обучения: **очная**

Год набора: **2026**

Смоленск

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

д.т.н., профессор С.П. Курилин  
ФИО

« 24 » февраля 2026 г.

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры «Электромеханических систем»  
« 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** изучения дисциплины является решение обучающимися научно-исследовательских и проектных задач профессиональной деятельности в части формирования знаний, умений и навыков в области основ математического и физического моделирования компонентов робототехнических систем.

**Задачи:** освоение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач в области робототехники.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина Основы теории подобия и моделирования относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

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

- Научно-исследовательская работа;
- Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы;
- Математические основы программирования;
- Микропроцессорная техника в робототехнике;
- Основы компьютерной техники;
- Цифровые системы управления роботами и манипуляторами;
- Преобразовательная техника в робототехнических системах;
- Компьютерное управление в робототехнических системах;
- Сервоконтроллеры роботов и манипуляторов.

## 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-1 Способен участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике	ПК-1.1 Планирует и подготавливает типовые экспериментальные исследования робототехнических систем (их компонентов) по заданной методике	Знает: методики планирования и подготовки типовых экспериментальных исследований робототехнических систем (их компонентов) по заданной методике. Умеет: планировать и подготавливать типовые экспериментальные исследования электротехнических объектов Владеет: навыками планирования и подготовки типовых экспериментальных исследований

	<p>ПК-1.2 Выполняет типовые экспериментальные исследования робототехнических систем (их компонентов) по заданной методике</p>	<p>Знает: методики выполнения типовых экспериментальных исследований робототехнических систем (их компонентов) по заданной методике                  Умеет: выполнять типовые экспериментальные исследования электротехнических объектов                  Владеет: навыками проведения типовых экспериментальных исследований</p>
<p>ПК-6. Способен использовать современные цифровые технологии в процессе проектирования элементов робототехнических систем</p>	<p>ПК-6.1 Анализирует возможность распределения программных и аппаратных средств в процессе проектирования элементов робототехнических систем</p>	<p>Знает: возможности распределения программных и аппаратных средств в процессе проектирования элементов робототехнических систем                  Умеет: анализировать возможности распределения программных и аппаратных средств в процессе проектирования элементов робототехнических систем                  Владеет: навыками проведения распределения программных и аппаратных средств в процессе проектирования элементов робототехнических систем</p>
	<p>ПК-6.2 Применяет современные цифровые технологии в процессе проектирования элементов робототехнических систем</p>	<p>Знает: современные цифровые технологии в процессе проектирования элементов робототехнических систем                  Умеет: применять современные цифровые технологии в процессе проектирования элементов робототехнических систем                  Владеет: навыками проведения применения современных цифровых технологий в процессе проектирования элементов робототехнических систем</p>



### Содержание дисциплины:

№	Наименование видов занятий и тематик, содержание
1	Лекционные занятия: 1.1. Базовые положения и основные понятия моделирования 1.2. Определение и имманентные свойства математической модели 1.3. Виды и классификационные характеристики моделей 1.4. Полевые и параметрические математические модели 1.5. Параметры и схемы замещения технических объектов 1.6. Основные понятия теории подобия 1.7. Теорема подобия 1.8. Критерии подобия 1.9 Модели и критерии подобия в электромеханике.
2	Практические занятия: 3.1. Основные понятия математического моделирования. Практическое задание №1 3.2. Определение и основные свойства математической модели. Практическое задание №1 3.3. Классификационные характеристики моделей. Практическое задание №2 3.4. Моделирование в инженерной задаче. Полевые и параметрические модели. Практическое задание №2 3.5. Параметры и схемы замещения технических объектов по профилю подготовки. Практическое задание №3 3.6. Основы и приложения теории подобия. Практическое задание №3 3.7. Математические модели электромеханических объектов. Практическое задание №4 3.8. Энергетические модели электротехнических объектов. Практическое задание №4
3	Самостоятельная работа студентов: подготовка к лекциям, подготовка к практическим занятиям, выполнение и подготовка к защите практических заданий, подготовка к зачёту.

**Текущий контроль:** групповое собеседование и индивидуальный выборочный опрос по темам практических занятий №1 - №8, индивидуальная защита практических заданий №1 - №4.

### 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 Технологии проведения практических занятий в форме семинара: тематический семинар, проблемный семинар, семи-

		нар с подготовленными докладами, семинар в форме диспута с привлечением специалиста в сфере профессиональной деятельности выпускников и т.п.
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)	Технология устного опроса

## **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.

### **Примеры оценочных средств текущего контроля.**

#### План семинара по теме 1 "Основные понятия математического моделирования"

1. Основные понятия моделирования
2. Объект, модель, исследователь, физико-математические формулы, их возможности и ограниченность
3. Роль математического моделирования в познании мира и инженерии
4. области преимущественного использования методов моделирования
5. Первое знакомство с математическими моделями
6. Объект и модель, их взаимосвязь, существенные черты, круг решаемых задач, адекватность, математическая форма, приближенность
7. Примеры математических моделей
8. примеры описания механического движения, соленоид, грузоподъёмный механизм
9. Математика и её роль в познании и профессиональной деятельности инженера. Инструментальные средства математики. (Объекты, методы, алгоритмы)

#### Практическое задание №3 "Математическое моделирование механического демпфера"

В практическом задании приводится описание назначения и устройства механического демпфера. Приводится математическая модель демпфера, её программная реализация и параметры демпфера. Требуется выполнить следующие расчеты и построения.

1. Найти решения для перемещения и скорости подвижной части при прямом ходе подвижной части. Построить графики решений.
2. Записать выражения для силы вязкого трения, динамической силы, упругой силы и построить их графики.
3. Произвести моделирование обратного хода подвижной части (пункты 2, 3 задания).
4. Сравнить решения при прямом и обратном ходах. Чем они отличаются? Сделать выводы.
5. Выполнить индивидуальное задание (по заданию преподавателя).
6. Сделать выводы о свойствах механического демпфера.

7. Оформить отчет по практическому заданию.

Примерные вопросы для защиты практического задания №3.

1. Сделать выводы о математической классификации математической модели и прогнозы относительно возможного количества решений.
2. Для чего применяется механический демпфер? Какова его конструкция?
3. Какие функции выполняют демпферы в робототехнических системах?
4. Что представляет собой математическая модель демпфера?
5. Что представляет собой физическая модель демпфера?
6. Какие программные и аппаратные средства применялись для получения решения?
7. Какой метод был использован для получения решения?
8. Каковы критерии подобия модели и демпфера?
9. Каковы допустимые и фактические погрешности решения?
10. Сравнить решения при прямом и обратном ходах. Чем они отличаются?
11. Как изменяется поведение демпфера при увеличении/уменьшении внешней силы?
12. Как изменяется поведение демпфера при увеличении/уменьшении его упругости?
13. Как изменяется поведение демпфера при увеличении/уменьшении его массы?
14. Как можно экспериментально проконтролировать решение?

**Оценочные средства для промежуточной аттестации.**

Вопросы к зачёту по дисциплине.

1. Основные понятия моделирования: модель, объект, субъект.
2. Роль математического моделирования в познании мира и инженерной деятельности
3. Примеры математических моделей (ММ)
4. Математика и её роль в познании и профессиональной деятельности инженера
5. Определение ММ
6. Приближенность ММ
7. Классовость (изоморфизм) ММ
8. Математическая форма ММ
9. Цель и этапы математического моделирования
10. Структура ММ
11. Свойства ММ
12. Принципы построения ММ
13. Виды ММ
14. Ограниченность и иерархичность ММ
15. Основные уровни моделирования в инженерной задаче
16. Параметрические модели (примеры)
17. Связь между параметрическими и полевыми моделями объекта
18. Полевые модели (примеры)
19. Параметры технических объектов (ТО)
  - 19.1 Параметры жесткости
  - 19.2 Параметры инертности
  - 19.3 Активные параметры
  - 19.4 Реактивные параметры
20. Схемы замещения ТО
  - 20.1 Механические цепи
  - 20.2 Магнитные цепи
  - 20.3 Тепловые цепи

21. Схемы замещения трансформатора
22. Подобие и виды подобия
23. Физическое подобие
24. Математическое подобие
25. Критерии подобия
26. Первая теорема подобия
27. Относительные единицы в электромеханике
- 27.1 Выбор базовых величин для уравнения баланса напряжений
- 27.2 Выбор базовых величин для уравнения баланса моментов
- 27.3 Система базовых величин для асинхронных двигателей и трансформаторов

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 выставляются 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 выставляются 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 практиче-

Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
	<p>ское 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

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 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 выполнения практических заданий, 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 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. Гурова, Е. Г. Моделирование электротехнических систем: учебное пособие / Е. Г. Гурова. — Новосибирск: НГТУ, 2014. — 52 с. — ISBN 978-5-7782-2569-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118127> (дата обращения: 10.02.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей
2. Сажин, Р. А. Моделирование электротехнических систем и систем автоматики: учебное пособие / Р. А. Сажин. — Пермь: ПНИПУ, 2016. — 162 с. — ISBN 978-5-398-01549-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/160645> (дата обращения: 10.02.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Фурсов, В. Б. Моделирование электропривода: учебное пособие / В. Б. Фурсов. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 220 с. — ISBN 978-5-8114-3566-1. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/121467> (дата обращения: 10.02.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### Дополнительная литература.

1. Денисов В.Н., Курилин С.П. Матричное моделирование электромагнитных и энергетических процессов в электрических машинах: Учеб. пособие. – Смоленск: РИО филиала ГОУВПО "МЭИ (ТУ)" в г. Смоленске, 2011. – 140 с. (гриф УМО).
2. Андреев, М. В. Всережимное математическое моделирование релейной защиты электроэнергетических систем: монография / М. В. Андреев, Н. Ю. Рубан, И. С. Гордиенко. — Томск: ТПУ, 2016. — 176 с. — ISBN 978-5-4387-0712-7. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/106250> (дата обращения: 10.02.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### Список авторских методических разработок.

1. Курилин С.П. Теория подобия и моделирования. Учебный практикум по дисциплине «Теория подобия и моделирования», [Электронное издание]: учебно-методическое издание/ С.П. Курилин, Е.А. Заводянская. – Смоленск: РИО филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске, 2019. – 64 с.
2. Программные реализации математических моделей для практических заданий по дисциплине «Основы теории подобия и моделирования» приведены в Курилин С.П. Теория подобия и моделирования. Учебный практикум по дисциплине «Теория подобия и моделирования», [Электронное издание]: учебно-методическое издание/ С.П. Курилин, Е.А. Заводянская. – Смоленск: РИО филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске, 2019. – 64 с.
3. С.П. Курилин, комплект лекций по дисциплине «Основы теории подобия и моделирования» в формате мультимедийных презентаций, расположен на кафедральных ресурсах в ауд. В 117.



### 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