

Направление подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»  
Магистерская программа «Методы исследования и моделирования процессов в  
электромеханических преобразователях энергии»  
РПД Б1.В.03 «Теория инженерного эксперимента»



**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.



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Владелец: Федулов Александр Сергеевич  
Сертификат: 5A022291D0DE01CCADCB2B81371C7969  
Действителен: 06.05.2025 - 30.07.2026

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Теория инженерного эксперимента**

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки (специальность): **13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»**

Магистерская программа: **«Методы исследования и моделирования процессов в электромеханических преобразователях энергии»**

Уровень высшего образования: **магистратура**

Нормативный срок обучения: **2 года**

Форма обучения: **очная**

Год набора: **2026**

Смоленск

Программа составлена с учетом ОС ВО по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника», утвержденного ректором ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» Н.Д. Роголевым 20.12.2023.

**Программу составил:**

  
\_\_\_\_\_ подпись

к.т.н., доцент И.С. Саватеева  
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** освоения дисциплины является формирование знаний, умений и навыков, обеспечивающих теоретическую базу научно-исследовательской деятельности, позволяющих получать надежную и достоверную информацию об объекте исследования или оптимизировать его параметры и представлять эту информацию в компактной и удобной форме с количественной оценкой ее точности.

**Задачами дисциплины** является изучение современной концепции инженерного эксперимента и способов обработки экспериментальных данных, позволяющих:

- проводить инженерные эксперименты, объекты которых подвержены влиянию случайных воздействий;
- освоить способы статистической обработки экспериментальных данных;
- владеть методами оптимизации параметров объекта.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина Теория инженерного эксперимента относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

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

Универсальный метод расчета полей и процессов в электромеханике.

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

Научно-исследовательская работа;

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:

Компетенция	Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения
ПК-1 Способен планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты исследований электромеханических преобразователей энергии	ПК-1.1 Планирует и ставит задачи исследования, выбирает методы экспериментальной работы с электромеханическими преобразователями энергии	Знает: основные приемы организации инженерного эксперимента Умеет: формулировать задачу экспериментального исследования технического объекта Владеет: способностью планировать задачи исследования, выбирать методы эксперимента
	ПК-1.2 Интерпретирует и представляет результаты исследований электромеханических преобразователей энергии	Знает: статистические методы обработки результатов эксперимента Умеет: проводить научные эксперименты, оценивать результаты выполненной работы Владеет: способностью представлять результаты научных исследований технических объектов



#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### Структура дисциплины:

№	Индекс	Наименование	Семестр 3											Семестр 4											Итого за курс											Каф.	Семестры					
			Контроль	Академических часов								з.е.	Неделя	Контроль	Академических часов								з.е.	Неделя																		
				Всего	Кон такт.	Лек	Лаб	Пр	КРП	СР	Конт роль				Всего	Кон такт.	Лек	Лаб	Пр	КРП	СР	Конт роль			з.е.	Неделя																
1	Б1.В.03	Теория инженерного эксперимента	Эк	144	34	18		16		65	45	4																	Эк	144	34	18		16		65	45	4			13	3

##### ОБОЗНАЧЕНИЯ:

##### Виды промежуточной аттестации (виды контроля):

Экз - экзамен;

ЗаО - зачет с оценкой;

За – 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:</p> <p>1.1. Понятие эксперимента. Цели и задачи экспериментальных исследований. Активный и пассивный эксперимент.</p> <p>1.2. Приемы сокращения числа факторов без потери информации. Анализ размерностей. Теорема Бэкингема.</p> <p>1.3. Числовые характеристики законов распределения случайных величин. Теорема о математическом ожидании и дисперсии среднего.</p> <p>1.4. Основные задачи математической статистики.</p> <p>1.5. Применение дисперсионного анализа для выявления влияющих факторов на фоне случайных помех.</p> <p>1.6. Основные этапы регрессионного анализа. Виды регрессий. Определение коэффициентов одномерной регрессии на основе метода наименьших квадратов. Оценка значимости коэффициентов.</p> <p>1.7. План первого порядка – полный факторный эксперимент и его графическая интерпретация. Дробный факторный эксперимент.</p> <p>1.8. Планы второго порядка. Ортогональный центральный композиционный план.</p> <p>1.9. Решение задач оптимизации. Поиск экстремума на основе полиномиальных моделей.</p>
2	<p>Практические занятия:</p> <p>2.1. Формулировка задачи экспериментального исследования. Функции цели и факторы в эксперименте.</p> <p>2.2. Требования к функциям цели. Виды факторов - варьируемые, неизменные, случайные. Требования к варьируемым факторам</p> <p>2.3. Определение безразмерных комплексов по методу Релея. Контрольная работа</p> <p>2.4. Применение стандартных распределений при обработке результатов экспериментальных исследований.</p> <p>2.5. Одно- и двухфакторный дисперсионный анализ при отсутствии информации о степени влияния случайных факторов. Контрольная работа</p> <p>2.6. Дисперсионный анализ в условиях неоднородности. Латинские и греко-латинские квадраты.</p> <p>2.7. Анализ одномерной регрессии.</p> <p>2.8. Обработка данных экспериментального исследования. Контрольная работа.</p>
3	<p>Самостоятельная работа студентов:</p> <p>3.1. Подготовка к контрольной работе по теме 2.3.</p> <p>3.2. Подготовка к контрольной работе по теме 2.5.</p> <p>3.3. Подготовка к контрольной работе по теме 2.8.</p> <p>3.4. Подготовка к экзамену по дисциплине.                      (оценочные материалы приведены в разделе 6 настоящей РПД).</p>

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств, групповых дискуссий, анализа ситуаций.

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 в формате мультимедийных презентаций. Индивидуальные и групповые консультации по дисциплине
2	Практические занятия	Технология обучения на основе решения задач и выполнения упражнений. Технология проблемного обучения на основе анализа ситуаций: групповая дискуссия, работа малыми группами.
3	Самостоятельная работа студентов (внеаудиторная)	Информационно-коммуникационные технологии (доступ к ЭБС филиала, доступ к информационно-методическим материалам по дисциплине)
4	Контроль (промежуточная аттестация: экзамен)	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.

### Оценочные средства текущего контроля успеваемости:

#### Примеры заданий к контрольной работе по теме 2.3:

1. Исследуется перегрев обмотки статора асинхронного короткозамкнутого двигателя. Предложить вариант решения задачи в безразмерных комплексах для экспериментального определения зависимости перегрева от напряжения питающей сети, линейной нагрузки, индукции, длины ротора, диаметра статора, амплитуды момента нагрузки.

2. Длинная линия передачи, к одному концу которой внезапно приложено напряжение  $U$ , характеризуется током  $I$ , сопротивлением  $r$ , индуктивностью  $l$ , ёмкостью  $C$  и временем  $t$ . Выразить напряжение  $U$  через остальные параметры.

3. При разработке методики выбора двигателя привода лебедки исследуется влияние на си-

лу сопротивления  $F$  при подъеме тела в жидкой среде следующих величин: скорости, размеров  $h$  и  $D$ , плотности и вязкости жидкости, ускорения свободного падения  $g$ . Найти связь между величинами в безразмерных комплексах.

### Примеры заданий к контрольной работе по теме 2.5:

№ оп. \ X	Уровни фактора X			
	X1	X2	X3	X4
1	3,5	3,9	3,7	4
2	3,6	3,7	3,8	3,8
3	3,4	3,5	3,7	3,9
4	3,8	3,5	3,8	3,9

По данным эксперимента определить, влияет ли X на функцию цели Y в условиях действия случайных факторов.

### Примеры заданий к контрольной работе по теме 2.8:

1. Производится исследование и наладка нового электропривода тонколистового прокатного стана. В соответствии с программой испытаний были зарегистрированы отклонения толщины листа от заданного размера (мкм) при двух различных настройках регуляторов.

Результаты эксперимента:

1-я настройка	13	17	20	11	-1	-6	2
2-я настройка	2	7	-15	-13	2	10	-7

Равноценны или нет настройки регуляторов?

2. Проведены измерения потребления электроэнергии двумя троллейбусами I и II, работающими на одинаковых маршрутах. Троллейбус I оборудован перспективным энергосберегающим электроприводом, троллейбус II серийный.

Результаты испытаний (в условных единицах за цикл движения):

Троллейбус I	10	12	17	13	15	11	12
Троллейбус II	14	11	15	19	21	20	-

Можно ли утверждать, что испытанный ЭП на троллейбусе энергетически эффективен?

### Оценочные средства промежуточной аттестации:

#### Перечень вопросов к экзамену по дисциплине:

1. Экспериментальные исследования. Основные понятия эксперимента (объект, функция цели, факторы, план эксперимента).
2. Функции цели в экспериментальных исследованиях. Требования к функциям цели в задачах интерполяции и оптимизации.
3. Факторы в экспериментальных исследованиях. Виды факторов - варьируемые, неизменные, случайные. Требования к варьируемым факторам.
4. Анализ размерностей как способ уменьшения числа факторов. Уравнение размерности.
5. Теорема Бэкингема.
6. Определение безразмерных комплексов по методу Релея, проверка правильности полученного решения.

7. Случайные величины (непрерывные, дискретные). Функция распределения, плотность распределения случайной величины, связь между ними.
8. Числовые характеристики среднего значения случайной величины.
9. Числовые характеристики рассеяния случайной величины.
10. Квантили распределения случайных величин. Доверительная вероятность и уровень значимости.
11. Нормальный закон распределения случайной величины. Проверка нормальности распределения статистических данных экспериментального исследования.
12. Статистические задачи первого типа. Общий алгоритм решения.
13. Статистические задачи второго типа. Общий алгоритм решения.
14. Статистические критерии и их применение. Распределение Стьюдента и Пирсона.
15. Сравнение средних.
16. Проверка однородности дисперсий и наблюдений. Распределение Фишера и Кохрена,  $\tau$ -критерий.
17. Дисперсионный анализ как средство обнаружения влияющих факторов на фоне случайных помех.
18. Дисперсионный анализ при отсутствии информации о степени влияния случайных факторов.
19. Дисперсионный анализ в условиях неоднородности. Латинские и греко-латинские квадраты.
20. Регрессионный анализ. Цель анализа. Постулирование регрессий.
21. Основные этапы регрессионного анализа. Определение и оценка значимости коэффициентов одномерной регрессии.
22. Анализ одномерной регрессии. Оценка адекватности и точности одномерной регрессии.
23. Исследование комплекса «макет-модель».
24. Многомерная регрессия. Переход к кодированным факторам.
25. Оценка адекватности и точности многомерной регрессии.
26. План первого порядка – полный факторный эксперимент и его графическая интерпретация.
27. Дробный факторный эксперимент.
28. Планы второго порядка – ОЦКП.
29. Экспериментальные методы поиска экстремума.

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
«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 во-

Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
	<p>просы 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».</p>
«хорошо»/ «зачтено (хорошо)»/ «зачтено»	<p>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 выставляются обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «продвинутый».</p>
«удовлетворительно»/ «зачтено (удовлетворительно)»/ «зачтено»	<p>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».</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 выставляются обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции на уровне «пороговый», закреплённые за дисциплиной, не сформированы.</p>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Учебное и учебно-лабораторное оборудование

Для лекций и практических занятий:

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; персональным 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. Сидняев Н.И. Статистический анализ и теория планирования эксперимента [электронный ресурс]. –М.: Издательство МГТУ имени Н.Э. Баумана, 2017. - 200 с. (ЭБС Лань). Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/103275/#1>

2. Рыжков И. Б. Основы научных исследований и изобретательства [электронный ресурс] - М.: Лань, 2013. – 224 с. (ЭБС Лань). Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/30202/#1>

### **Дополнительная литература.**

1. Хикс Ч. Основные принципы планирования эксперимента. Книга по требованию. Режим доступа: <http://www.razym.ru/naukaobraz/149506-chhiks-osnovnye-principy-planirovaniya-eksperimenta.html>

2. Лукьянов С. И. Основы инженерного эксперимента: Учебное пособие / С.И. Лукьянов, А.Н. Панов, А.Е. Васильев. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 99 с.

3. Барботько А.И. Планирование, организация и проведение научных исследований в машиностроении. / А.И. Барботько, В.А. Кудинов, П.А. Понкратов, А.А. Барботько. – Старый Оскол: ТНТ, 2014. - 499 с.

### **Список авторских методических разработок.**

1. Саватеева И.С. Конспект лекций по курсу «Теория инженерного эксперимента» [Текст]: конспект лекций / И.С. Саватеева. – Смоленск, филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске, 2015. – 48 с.



### 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