

Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
Профиль «Электроснабжение»
РПД Б1.В.01 «Электрические машины»



**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

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

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

Профиль **«Электроснабжение»**

Уровень высшего образования: **бакалавриат**

Нормативный срок обучения: **4 года 11 месяцев**

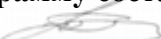
Форма обучения: **заочная**

Год набора: **2025**

Смоленск

Программа составлена с учетом ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», утвержденного приказом Минобрнауки России от «28» февраля 2018 г. № 144


Программу составил:


_____ к.т.н., доцент Божин Ю.М.
подпись _____ ФИО

20.01.2025 г.

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры «Электромеханических систем»
23.01.2025 г.


Заведующий кафедрой «Электромеханические системы»:


_____ к.т.н., доцент В.В. Рожков
подпись _____ ФИО

06.02.2025 г.

Согласовано:


Заведующий кафедрой «Электроэнергетические системы»:


_____ к.т.н., доцент Р.В. Солопов
подпись _____ ФИО

06.02.2025 г.

РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

**Ответственный в филиале по работе
с ЛОВЗ и инвалидами**


_____ зам. начальника УУ Е.В. Зуева
подпись _____ ФИО

06.02.2025 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины является решение обучающимися проектных задач профессиональной деятельности в части формирования знаний, умений и навыков в области физических основ электромеханики, современных способов управления электромеханическими преобразователями.

Задачи: изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач по принципам функционирования электрических машин.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина Электрические машины относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

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

Б1.В.10 Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем

Б1.В.11 Электроснабжение

Б1.В.12 Низковольтные электрические аппараты

Б1.В.ДВ.04.01 Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах

Б1.В.ДВ.04.02 Аварийные режимы в электроэнергетических системах

Б1.В.ДВ.05.01 Короткие замыкания в электроэнергетических системах

Б1.В.ДВ.05.02 Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах

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-4. Готов определять параметры оборудования робототехнических систем (их компонентов)	ПК-4.1 Применяет средства определения параметров оборудования робототехнических систем (их компонентов)	Знает: основные законы, лежащие в основе работы электрических машин Умеет: оценивать основные показатели робототехнических устройств, использующих электрические машины Владеет: методикой построения электромеханических устройств, способами управления
	ПК-4.2 Использует полученную от электромеханического объекта информацию для определения параметров оборудования робототехнических систем (их компонентов)	Знает: принципы формирования управляемых электромеханических приводов с заданными характеристиками Умеет: определять основные параметры робототехнических устройств

		<p>с электрическими двигателями и преобразователями Владеет: методикой определять динамические и статические характеристики электромеханических устройств и вносить в схемы соответствующие коррективы с целью оптимизации этих характеристик</p>
--	--	---

Содержание дисциплины:

№	Наименование видов занятий и тематик, содержание
1	Лекции 6 шт. на следующие темы: 1.1. Тема 1. Законы электротехники и механики, лежащие в основе работы электрических машин (ЭМ) (2 ч.) 1.2. Тема 2. Принцип действия генераторов, двигателей, трансформаторов (2 ч.). 1.3. Тема 3. Трансформаторы (2 ч.) 1.4. Тема 4. Асинхронные машины (2 ч.) 1.5. Тема 5. Синхронные машины (2 ч.) 1.6. Тема 6. Машины постоянного тока (2 ч.)
2	Практические занятия 6 шт. по 2 ч.: 1. Законы электрических и магнитных цепей. 2. Конструкции магнитопроводов ЭМ. 3. Ферромагнетики в переменном магнитном поле. 4. Магнитные потоки в трансформаторах и ЭМ вращательного действия. 5. Электромагнитные силы в ЭМ. 6. Получение вращающихся магнитных полей в ЭМ.
3	Лабораторные работы 4 шт. по 2 часа: 1. Исследование работы трансформаторов в режимах ХХ и КЗ. 2. Параллельная работа трансформаторов. 3. Исследование работы АД в режимах ХХ и КЗ. 4. Исследование АД при ненормальных режимах.
4	Расчетно-графическая работа на тему «Проектирование силового трансформатора».
5	Самостоятельная работа студентов: 5.1. 4 контрольных опроса после 2-й, 4-й, 6-й и 8-й лекций; 5.2. Закрепление материала по тематике лекционных занятий: закрепление изучения материалов лекций 1.1-1.5 – отработка технологии построения рабочей зоны робота на примерах с использованием заданной формулы промышленного робота и графического редактора. 5.3. Подготовка к экзамену по дисциплине (оценочные материалы приведены в разделе 6 настоящей РПД).

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
2	Практические занятия	Технология обучения на основе решения задач и выполнения упражнений; Технологии проведения практических занятий в форме семинара: тематический семинар.

3	Лабораторная работа	Технология выполнения лабораторных заданий индивидуально; Технология проблемного обучения на основе анализа результатов лабораторной работы: индивидуальный опрос, обсуждение результатов работы, представление студентом результатов лабораторной работы в форме отчета.
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

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 вопросов к контрольному опросу после 2-й лекции:

1. Требования к проводниковым материалам, применяемым в электрических машинах.
2. Виды проводниковых материалов.
3. Сопротивление проводника и его изменение в процессе работы ЭМ.
4. Особенности намагничивания ферромагнетиков. Магнитная проницаемость и ее изменение.
5. Электротехнические стали и их характеристики.
6. Потери в стали и их определение.
7. Законы магнитной цепи и их использование.
8. Закон электромагнитной индукции и его формулировки.
9. ЭДС обмоток электрических машин.

Примеры вопросов к контрольному опросу после 4-й лекции:

1. Для чего нужна изоляция в ЭМ?
2. Каковы основные показатели электрической изоляции?
3. Что такое нагревостойкость электрической изоляции?
4. Чем отличаются внешняя и внутренняя изоляция в ЭМ?
5. Что происходит с электрической изоляцией при нагреве?
6. Какие виды изоляции применяются в ЭМ?
7. Теряется ли электрическая энергия в изоляции?
8. Влияет ли время приложения электрического напряжения на электрическую прочность изоляции?

9. Для чего в электроустановках используют трансформаторы?
10. Что относят к номинальным данным трансформатора?

Примеры вопросов к контрольному опросу после 6-й лекции:

1. Какие магнитные потоки имеются в трансформаторах?
2. Различаются ли по величине основной поток и потоки рассеяния трансформатора?
3. Какой вид имеют уравнения равновесия напряжений и токов трансформатора?
4. Что такое коэффициент трансформации и как его определить?
5. Какие потери энергии имеют место в трансформаторе?
6. Как определить КПД трансформатора?
7. Когда КПД трансформатора максимален?
8. Меняется ли напряжение на выходе трансформатора при нагрузке?
9. Для чего параметры вторичной обмотки трансформатора приводят к первичной?
10. Как определить сопротивления схемы замещения трансформатора?

Примеры алгоритма самостоятельной работы по закреплению материала по тематике лекционных занятий:

Методика закрепления материалов лекционных занятий 1.1-1.5:

1. Нарисовать форму проводника обмотки электрической машины. Оценить достоинства и недостатки круглой и прямоугольной форм проводников.
2. Начертить открытый паз ЭМ с уложенными проводниками и пазовой изоляцией. Показать, как можно определить коэффициент заполнения паза.
3. Нарисовать возможные конструкции магнитопроводов трансформатора с пластинчатой и ленточной формой сердечника. Определить проблемные моменты изготовления сердечника и влияние технологии изготовления на основные характеристики.
4. Объяснить принцип действия ЭМ переменного и постоянного тока и вытекающие из этого различия в рабочих свойствах.

При выполнении п1 следует пояснить области и преимущества применения той или иной формы проводников в ЭМ. При этом необходимо учесть возможные различия собственной изоляции проводника и пазовой изоляции.

При выполнении п.2 необходимо привести расчетную формулу для коэффициента заполнения паза и показать рекомендуемые значения. Оценить возможности корректировки расчетов для получения оптимальных значений $K_{зп}$.

При выполнении п.3 надо определить необходимость выполнения магнитопроводов ЭМ из отдельных пластин (шихтованными), технологии сборки сердечников и намотки обмоток.

Выполнение п.4 начинают с изображения элементарной модели ЭМ и объяснения принципов преобразования энергии из одного вида в другой.

Оценочные средства для промежуточной аттестации:

Вопросы к экзамену по дисциплине:

1. Области применения трансформаторов и асинхронных двигателей.
2. Виды проводниковых материалов и их применение в различных элементах конструкции электрических машин.
3. Требования к магнитопроводам ЭМ, основные свойства и характеристики.
4. Изоляция в ЭМ, требования, виды и их свойства.

5. Закон электромагнитной индукции и его использование в различных типах ЭМ.
6. Какие факторы влияют на ток ХХ ЭМ?
7. У каких ЭМ ток ХХ больше и почему?
8. Как рассчитать ЭДС обмоток трансформаторов и АД? Чем и почему различаются расчетные формулы?
9. Как определить коэффициент трансформации трансформатора и АД?
10. Для чего и как проводят опыты ХХ трансформаторов и АД?
11. Для чего и как проводят опыты КЗ трансформаторов и АД?
12. Что происходит в трансформаторе при переходе от режима ХХ к нагрузке?
13. От чего зависят величины активной и реактивной составляющих токов ХХ трансформатора и АД?
14. У каких типов ЭМ больше активная составляющая тока ХХ?
15. У каких типов ЭМ больше реактивная составляющая тока ХХ?
16. От чего зависит выбор формы провода в ЭМ и на что это влияет?
17. Как повлияет на работу трансформатора или АД увеличение напряжения питания в режиме ХХ?
18. Что произойдет с трансформатором, если при номинальном напряжении питания он попадет в режим КЗ?
19. Чем отличаются магнитные поля в трансформаторе и АД и почему?
20. Как поддержать величину выходного напряжения трансформатора при колебаниях напряжения питающей сети?
21. Какие виды сопротивлений входят в схему замещения трансформатора и различаются ли они по величине?
22. Чем отличаются схемы замещения трансформаторов и АД?
23. Что изменится в трансформаторах и АД, если при сохранении числа витков и сечения проводов заменить медь на алюминий?
24. Что изменится в трансформаторе и АД, если при работе произойдет обрыв одной из фаз?
25. Для чего катушки фаз АД смещают в пространстве, а токи фаз – во времени?
26. Зачем в машинах переменного тока производят укорочение шага обмоток, скос пазов?
27. Что произойдет с АД, если в одной из фазных катушек число витков сделать меньше, нежели в других?
28. На что влияет величина скольжения ротора АД?
29. Как можно увеличить частоту вращения ротора АД, и в каких пределах?
30. Как заставить вращаться асинхронный двигатель при питании от однофазной сети?
31. От чего зависит величина воздушного зазора между статором и ротором АД и на что она влияет?
32. От чего зависит величина пускового тока АД? Как ее можно уменьшить без ущерба для пусковых характеристик?

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 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».
«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

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. Ковалев, В. З. Электрические машины: учебное пособие / В. З. Ковалев, А. Г. Щербakov. — Ханты-Мансийск: ЮГУ, 2018. — 286 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/148998>
2. Шевырёв, Ю. В. Электрические машины: учебник / Ю. В. Шевырёв. — Москва: МИСИС, 2017. — 261 с. — ISBN 978-5-906846-50-1. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/108117>

Дополнительная литература

1. Коновалов, Ю. В. Электрические машины: учебное пособие / Ю. В. Коновалов, О. В. Арсентьев. — Иркутск: ИРНТУ, 2018. — 92 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/164005>
2. Баловнев, Д.И. Методические указания к лабораторным работам по курсу «Электрические машины» [Текст]. – Смоленск: РИО филиала ФГБОУ ВО "НИУ МЭИ" в городе Смоленске, 2015. – 72 с.

Список авторских методических разработок.

1. Божин Ю.М., Заводянская Е.А., Максимкин В.Л. Методические указания к лабораторным работам по курсу «Электрические машины» - «Трансформаторы», Асинхронные двигатели», «Синхронные машины», «Машины постоянного тока».

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