

Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
Профиль подготовки «Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов»
РПД Б1.В.ОД.8 «Введение в электромеханику»



Приложение 3 РПД Б1.В.ОД.8

**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
по учебно-методической работе
В.В. Рожков
« 12 » 10 20 15 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ВВЕДЕНИЕ В ЭЛЕКТРОМЕХАНИКУ

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль подготовки: Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов

Уровень высшего образования: бакалавриат

Нормативный срок обучения: 4 года

Форма обучения: очная

Смоленск – 2015 г.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Целью освоения дисциплины является подготовка обучающихся к производственно-технологической деятельности по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков, а также получение студентами знаний, необходимых для понимания физических процессов и их математического описания в электромагнитных устройствах и электромеханических преобразователях.

Задачами дисциплины является изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач.

Дисциплина направлена на формирование следующей профессиональной компетенции:

- ПК-6: способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности.

Задачи дисциплины заключаются в развитии следующих знаний, умений и навыков:

Знать:

основные понятия электромеханики с целью проведения расчетов режимов работы электрических машин;
сущность проблем, возникающих в электромеханике на современном этапе и методы их решения;

Уметь:

использовать основные законы электротехники и электромеханики в своей профессиональной деятельности;
выявлять естественно-научную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;
использовать современные способы расчетов режимов при решении задач как анализа, так и синтеза, связанных с электромагнитными и электромеханическими устройствами;

Владеть:

методами математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования с целью выявления сущности возникающих проблем;
способностью использовать соответствующий физико-математический аппарат для решения задач анализа и синтеза электромеханических систем.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина является вариативной частью цикла Б1 основной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

В соответствии с учебным планом по направлению «Электроэнергетика и электротехника» дисциплина «Введение в электромеханику» базируется на следующих дисциплинах:

- Б1.Б.13 Общая энергетика
- Б1.В.ОД.4 Дискретные преобразования в электромеханических системах

Знания, умения и навыки, полученные студентами в процессе изучения дисциплины, являются базой для изучения следующих дисциплин:

- Б1.В.ОД.11 Силовая электроника
- Б1.В.ОД.12 Электрический привод

- Б1.В.ДВ.7.1 Теория электропривода
Б1.В.ДВ.7.2 Электропривод в современных технологиях

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Аудиторная работа

| | | |
|--|-------------|-----------|
| Цикл: | Б1 | Семестр |
| Часть цикла: | вариативная | |
| № дисциплины по учебному плану: | Б1.В.ОД.8 | |
| Часов (всего) по учебному плану: | 144 | 4 семестр |
| Трудоемкость в зачетных единицах (ЗЕТ) | 4 | 4 семестр |
| Лекции (ЗЕТ, часов) | 0,5; 18 | 4 семестр |
| Практические занятия (ЗЕТ, часов) | 0,5; 18 | 4 семестр |
| Лабораторные работы (ЗЕТ, часов) | 0,5; 18 | 4 семестр |
| Объем самостоятельной работы | 1,5; 54 | 4 семестр |
| Экзамен (ЗЕТ, часов) | 1,0; 36 | 4 семестр |

Самостоятельная работа студентов

| Вид работ | Трудоемкость, ЗЕТ, час |
|--|------------------------|
| Изучение материалов лекций (лк) | 0,25; 9 |
| Подготовка к практическим занятиям (пз) | 0,25; 9 |
| Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы (лаб) | 0,25; 9 |
| Сам. изучение дополнительных материалов дисциплины (СРС) | 0,75; 27 |
| Всего: | 1,5; 54 |
| Подготовка к экзамену | 1,0; 36 |

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

| № п/п | Темы дисциплины | Всего часов на тему | Виды учебной занятий, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость (в часах) | | | | |
|--|---|---------------------|--|----|-----|-----|------------------|
| | | | лк | пр | лаб | СРС | в т.ч. интеракт. |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Общие вопросы теории электромеханических преобразователей энергии | | | | | | | |
| 1. | Тема 1. Физические явления, лежащие в основе электромеханики. Законы их описывающие. | 6 | 2 | 2 | - | 2 | |
| 2. | Тема 2. Магнитные системы на постоянном и переменном токе. | 24 | 2 | 4 | 8 | 10 | 2 |
| 3. | Тема 3. Преобразование энергии в электромеханическом преобразователе (ЭМП) с одной и несколькими обмотками возбуждения. | 18 | 2 | 2 | 4 | 10 | 2 |
| 4. | Тема 4. Структура ЭМП и основные физические процессы в его конструктивных | 8 | 2 | 2 | - | 4 | |

| | | | | | | | | |
|--|---|--------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | элементах. | | | | | | | |
| 5. | Тема 5. Режимы работы ЭМП. Потери энергии, КПД. Нагревание и охлаждение в ЭМП. | 8 | 2 | 2 | - | 4 | 2 | |
| Общие вопросы теории однофазного трансформатора | | | | | | | | |
| 6. | Тема 6. Однофазный трансформатор. Основные физические процессы при работе. | 8 | 2 | 2 | - | 4 | 2 | |
| 7. | Тема 7. Математическая модель однофазного трансформатора. Схема замещения. | 16 | 2 | 2 | 4 | 8 | 2 | |
| 8. | Тема 8. Работа однофазного трансформатора под нагрузкой. Внешняя характеристика. Регулирование напряжения трансформатора. | 16 | 2 | 2 | 2 | 10 | | |
| 9. | Тема 9. Заключительная лекция. Роль электромеханики в электроэнергетике и электротехнике. | 4 | 2 | | | 2 | | |
| 10. | Экзамен | 36 | | | | | | |
| Всего: | | часов | 144 | 18 | 18 | 18 | 54 | 10 |
| | | ЗЕТ | 4 | | | | | |

Содержание по видам учебных занятий

Тема 1. Физические явления, лежащие в основе электромеханики. Законы их описывающие.

Лекция 1. Электромагнитные и электромеханические системы: определения, понятия. Физические явления, лежащие в основе электромеханики. Место электромагнитных устройств (ЭМУ) и электромеханических преобразователей (ЭМП) в электромеханических системах (ЭМС). Основные конструктивные элементы ЭМУ и ЭМП. Магнитные материалы в ЭМУ и ЭМП: назначение, характеристические параметры (2 часа).

Практическое занятие 1. Природа электромагнитных и электромеханических устройств. Запас энергии в электромеханической системе (ЭМС) с одной обмоткой возбуждения. Особенности применяемых магнитных материалов в ЭМС (2 часа).

Самостоятельная работа 1. Подготовка к практическому занятию с целью изучения основных законов, которые лежат в основе рабочего процесса электромагнитных и электромеханических преобразователей. Роль электромагнитных устройств и электромеханических преобразователей в электромеханических системах (всего к теме №1 – 2 часа).

Тема 2. Магнитные системы на постоянном и переменном токе.

Лекция 2. Законы и параметры магнитных цепей. Расчет магнитной цепи с последовательным и разветвленным соединением участков. Особенности расчета магнитных систем на постоянном и переменном токе (2 часа).

Практическое занятие 2. Расчет магнитной цепи с последовательным и разветвленным соединением участков на постоянном токе (2 часа).

Практическое занятие 3. Расчет магнитной цепи с последовательным и разветвленным соединением участков на переменном токе (2 часа).

Лабораторная работа 1. Исследование разветвленной магнитной системы на постоянном токе (4 часа).

Лабораторная работа 2. Исследование разветвленной магнитной системы на переменном токе (4 часа).

Самостоятельная работа 2. Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ (изучение методических указаний, подготовка протокола отчета и ответов на контрольные вопросы).

Работа с компьютерной моделью разветвленной магнитной системы с целью определения влияния марки стали, величины зазора в системе и индукции магнитного поля в нем на величину тока возбуждения (намагничивающего тока при переменном токе).

Подготовка к практическим занятиям. Изучение литературы методического характера с целью приобретения практических навыков выполнения электромагнитных расчетов (всего к теме №2 – 10 часов).

Текущий контроль – устный опрос при проведении допуска к лабораторным работам, защита лабораторных работ №1 и №2.

Тема 3. Преобразование энергии в электромеханическом преобразователе с одной и несколькими обмотками возбуждения.

Лекция 3. Баланс энергии при неизменяющемся токе или потокосцеплении. Уравнение силы в системе с одной обмоткой возбуждения. Периодический режим работы преобразователя с одной обмоткой возбуждения. Преобразование энергии в системах с двумя обмотками возбуждения. Уравнения для ЭДС. Общие уравнения силы или момента (2 часа).

Практическое занятие 4. Определение электромагнитной силы в системах при неизменяющемся токе или потокосцеплении. Определение ЭДС в системах с несколькими электромагнитно связанными обмотками.

Лабораторная работа 3. Исследование электромеханической системы с двумя обмотками возбуждения (4 часа).

Самостоятельная работа 3. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы (изучение методических указаний, подготовка протокола отчета и ответов на контрольные вопросы - 6 часов). Подготовка к практическому занятию №4. Выполнение расчета электромеханической системы с двумя обмотками возбуждения (4 часа).

Текущий контроль – устный опрос при проведении допуска к лабораторной работе и ее защите, консультации при компьютерном моделировании электромеханической системы с двумя обмотками возбуждения.

Тема 4. Структура электромеханического преобразователя и основные физические процессы в его конструктивных элементах.

Лекция 4. Основы теории и конструкции электрических машин. Составные части электрической машины. Способы создания магнитного поля в электрических машинах классического типа. Идеализированная электрическая машина (2 часа).

Практическое занятие 5. Изучение конструкции электрических машин постоянного и переменного тока (2 часа).

Самостоятельная работа 4. Подготовка к практическому занятию (4 часа).

Текущий контроль – устный опрос при проведении практического занятия по элементам конструкции машин постоянного и переменного тока.

Тема 5. Режимы работы электромеханических преобразователей (ЭМП). Потери энергии, КПД. Нагревание и охлаждение ЭМП.

Лекция 5. Виды потерь энергии в ЭМП, типовая кривая КПД ЭМП. Нагревание и охлаждение ЭМП. Режимы работы ЭМП (2 часа).

Практическое занятие 6. Физическая природа составляющих потерь в ЭМП. Постоянные и переменные потери, влияние их на коэффициент нагрузки, при котором наступает максимум КПД. Процессы нагревания и остывания ЭМП. Критерии, определяющие виды режимов работы ЭМП, кривые нагревания ЭМП при различных режимах работы (2 часа).

Самостоятельная работа 5. Подготовка к практическому занятию №6 (4 часа).

Текущий контроль – устный опрос при проведении практического занятия.

Тема 6. Однофазный трансформатор. Основные физические процессы при работе.

Лекция 6. Электромагнитные процессы в трансформаторе. Основные конструктивные элементы: виды магнитопроводов, конструкции обмоток. Приведение вторичной обмотки к первичной (2 часа).

Практическое занятие 7. Изучение конструктивных схем магнитных систем однофазных трансформаторов. Изучение конструкций обмоток трансформатора, особенностей их расчета (2 часа).

Самостоятельная работа 6. Подготовка к практическому занятию №7 (4 часа).

Текущий контроль – устный опрос при проведении практического занятия.

Тема 7. Математическая модель однофазного трансформатора. Схема замещения.

Лекция 7. Математическая модель приведенного трансформатора. Схема замещения. Определение параметров схемы замещения трансформатора. Характеристики холостого хода и короткого замыкания (2 часа).

Практическое занятие 8. Определение параметров схемы замещения по паспортным данным однофазного трансформатора (2 часа).

Лабораторная работа 4. Исследование однофазного трансформатора (4 часа).

Самостоятельная работа 7. Подготовка к практическому занятию №8 и лабораторному занятию №4 (8 часов).

Текущий контроль – устный опрос при проведении допуска к лабораторной работе и ее защите; устный опрос при проведении практического занятия.

Тема 8. Работа однофазного трансформатора под нагрузкой. Внешняя характеристика. Релирование напряжения однофазного трансформатора.

Лекция 8. Физические условия работы, векторные и энергетические диаграммы трансформатора. Изменение напряжения трансформатора. Регулирование напряжения трансформатора (2 часа).

Практическое занятие 9. Расчеты токов, мощностей, потерь и КПД трансформатора при различном характере нагрузки (2 часа).

Лабораторная работа 5. Защита лабораторной работы №4 (2 часа).

Самостоятельная работа 9. Подготовка к практическому занятию №9 и защите лабораторной работы №4 (10 часов).

Текущий контроль – устный опрос на практическом занятии, защита лабораторной работы.

Тема 9. Роль электромеханики в электроэнергетике и электротехнике.

Лекция 9. Исторические этапы развития электромеханики. Современное состояние и роль ЭМП в электроэнергетике и электротехнике (2 часа).

Самостоятельная работа 9. Подготовка к лекции с целью принятия участия в обсуждении и дискуссии о роли электромеханики в различного рода электромеханических системах (2 часа).

На лабораторных работах (в количестве 18 часов) используется бригадный метод выполнения задания с разграничением функциональных обязанностей студента при выполнении задания по моделированию – анализ исходных данных, разработка алгоритма решаемой задачи или исследуемого вопроса, выбор технологии моделирования. Затем усилия объединяются, и организуется активный диалог студентов с преподавателем и между собой для подведения итогов решения задания и практической реализации разработанной компьютерной модели.

Промежуточная аттестация по дисциплине: экзамен

Изучение дисциплины заканчивается экзаменом. Экзамен проводится в соответствии с Положением о зачетной и экзаменационной сессиях в НИУ МЭИ и инструктивным письмом от 14.05.2012 г. № И-23.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для обеспечения самостоятельной работы разработаны:

- демонстрационные слайды лекций по дисциплине;
- методические указания по самостоятельной работе при подготовке к практическим занятиям (см. Приложение к РПД);
- методические указания к лабораторным работам (см. Приложение к РПД).

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

При освоении дисциплины формируются следующие компетенции: ПК-6.

Указанные компетенции формируются в соответствии со следующими этапами:

1. Формирование и развитие теоретических знаний, предусмотренных указанными компетенциями (лекционные занятия, самостоятельная работа студентов).
2. Приобретение и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями (практические занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа студентов).
3. Закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями, в ходе защит лабораторных работ, а также решения конкретных технических задач на практических занятиях, успешной сдачи экзамена.

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описания шкал оценивания

Сформированность компетенции в рамках освоения данной дисциплины оценивается по трехуровневой шкале:

- пороговый уровень является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;
- продвинутый уровень характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенции по завершении освоения дисциплины;
- эталонный уровень характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

При достаточном качестве освоения более 80% приведенных знаний, умений и навыков преподаватель оценивает освоение данной компетенции в рамках настоящей дисциплины на эталонном уровне, при освоении более 60% приведенных знаний, умений и навыков – на продвинутом, при освоении более 40% приведенных знаний, умений и навыков - на пороговом уровне. В противном случае компетенция в рамках настоящей дисциплины считается неосвоенной. Уровень сформированности каждой компетенции на различных этапах ее формирования в процессе освоения данной дисциплины оценивается в ходе текущего контроля успеваемости и представлен различными видами оценочных средств.

Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции ПК-6 «способность рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности» преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в отчетах студента по практическим и лабораторным занятиям. Учитываются также ответы студента на вопросы по со-

ответствующим видам занятий при текущем контроле – устных опросах, защитах лабораторных работ, ответах на практических занятиях.

Принимается во внимание **знания** обучающимися:

- основных понятий электромеханики с целью проведения расчетов режимов работы электрических машин;
- сущности проблем, возникающих в электромеханике на современном этапе и методы их решения;

наличие **умения**:

- использовать основные законы электротехники и электромеханики в своей профессиональной деятельности;
- выявлять естественно-научную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;
- использовать современные способы расчетов режимов при решении задач как анализа, так и синтеза, связанных с электромагнитными и электромеханическими устройствами;

присутствие **навыка**:

- расчета параметров и характеристик, а также компьютерного моделирования электромагнитных и электромеханических преобразователей;
- оценивать инновационные качества современных электромагнитных и электромеханических преобразователей.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции ПК-6 «способность рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности» в процессе выполнения и защиты лабораторных работ устанавливается правильностью ответов на следующие вопросы (обычно задается 3 вопроса) из примерного перечня:

Вопросы к лабораторной работе № 1. Исследование магнитной системы на постоянном токе

1. Какую цель преследует расчет магнитной системы?
2. В чем отличие и сходство магнитного сопротивления в сравнении с омическим?
3. Чем вызваны затруднения при расчете магнитной системы? Как они преодолеваются?
4. Почему магнитную систему разбивают на участки? Каким образом это выполняется?
5. Дайте определение индукции. Как Вы понимаете выражение - «падение магнитного потенциала»?
6. Какие значения индукции принимают на участках по стали; в воздушном зазоре? Объяснить почему?
7. Как определить энергию магнитного поля запасную магнитной системой?
8. Что такое индуктивность обмотки L ? Как надо изменить $\psi = f(i)$, чтобы увеличить L ?
9. Каким образом влияет насыщение на величину индуктивности обмотки?
10. Какие способы можно применить для вывода энергии магнитного поля из магнитной системы?
11. Какое влияние может оказывать обмотка w_3 на поток Φ_3 ?
12. Оказывает ли участок магнитной системы с зазором x_2 на поток Φ_3 ?

Вопросы к лабораторной работе № 2. Исследование магнитной системы на переменном токе

1. В чем особенность "поведения" магнитной системы на переменном токе?
2. Почему наибольшее значение индукции по стали обычно выбирают в пределах 1,6 - 1,8 Тл?
3. В чем недостаток магнитной системы с насыщением на переменном токе?
4. Физическая природа магнитных потерь?
5. Как могут быть уменьшены магнитные потери?
6. Какой составляющей и почему покрываются магнитные потери?
7. Почему реактивная составляющая больше активной $I_{0-p} \gg I_{0-a}$. Чем это вызвано?
8. Что делается в магнитных системах на переменном токе для $I_0 \rightarrow I_{0-min}$?
9. Какие способы применяются на практике для регулирования величины потока?
10. Объяснить график $I_0 = f(x)$ при $U_1 = \text{const}$?
11. Каким образом уменьшают потери от вихревых токов?
12. Предложите инженерные решения для получения $I_{0-p} = 0$.

Вопросы к лабораторной работе № 3. Исследование двухобмоточного электромагнитного устройства

1. Составить схему замещения магнитной схемы для определения собственной индуктивности обмотки?
2. От каких факторов в большей степени зависит собственная индуктивность обмотки?
3. Как повлияет учет магнитного сопротивления по стали на среднее значение силы F_{cp} ?
4. Как повлияет учет краевого эффекта на среднее значение силы F_{cp} ?
5. Как повлияет изменение сечения стержня или якоря в магнитной системе на F_{cp} ?
6. Как повлияет изменение зазора на участке стержня 3 на F_{cp} ?
7. Предложите схему расчета среднего значения силы F_{cp} при отсутствии стержня 3?
8. Объяснить зависимость $F_{cp} = f(x)$ при $i_1 = \text{const}$ и $i_2 = \text{const}$
9. Исследуемая система является основой линейного электромагнитного привода. Как Вы это понимаете?
10. Какие ограничения следует применить по значениям индукций на основных участках магнитной цепи?
11. Как повлияет уменьшение тока i_2 на F_{cp} при $w_2 = \text{const}$?
12. Как повлияет увеличение на w_2 при $i_2 = \text{const}$ на F_{cp} ?

Вопросы к лабораторной работе № 4. Исследование однофазного трансформатора

1. Привести энергетическую диаграмму и основные уравнения для режима холостого хода (ХХ).
2. Привести энергетическую диаграмму и основные уравнения для режима короткого замыкания (КЗ).
3. Привести энергетическую диаграмму и основные уравнения для режима нагрузки.
4. Объясните зависимость I_1 , $\cos\varphi_1 = f(I_2)$ при $U_1 = \text{const}$.
5. Объясните зависимость $\eta = f(I_2)$ при $U_1 = \text{const}$.
6. Причина изменения вторичного напряжения при нагрузке. Предложите способы для $\Delta U = 0$.
7. Почему выгодно осуществлять работу трансформатора при $\cos\varphi_2 = 1$?
8. Как определить I_2 (или $\beta = I_2/I_{2н}$) при котором $\eta = \eta_{\text{max}}$? Зависит ли величина η_{max} от $\cos\varphi_2$?
9. Что дает включение конденсатора на вторичной стороне трансформатора?
10. Приведите векторную диаграмму трансформатора при активной нагрузке.
11. Почему при увеличении I_2 , сопротивление нагрузки $Z_{н}$ – уменьшается?
12. Каким образом по паспортным данным определяют параметры схемы замещения?
13. Объясните физический смысл каждого из параметров схем замещения?
14. С какой целью параметры вторичной обмотки приводятся к первичной?

Полный ответ на один вопрос и частичный ответ на второй соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, полный ответ на один и частичные ответы на второй и третий – продвинутому уровню; при полном ответе на два вопроса и частичный ответ (или полный) на третий – эталонному уровню.

Сформированность уровня компетенции не ниже порогового является основанием для допуска обучающегося к промежуточной аттестации по данной дисциплине.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенций в результате выполнения заданий на практических занятиях.

Оценивается активность работы студента на практических занятиях, глубина ответов студента «у доски» при устных опросах в процессе выполнения заданий к каждому практическому занятию.

Способность называть при устном ответе основные законы электромеханики и электротехники, их формульные зависимости, приводить простейшие соотношения при анализе основных характеристик электромагнитных систем и объяснять характер их поведения, соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, в дополнение к пороговому самостоятельно составлять схему алгоритма расчета той или иной характеристики или оценки величины какого-либо параметра – соответствует продвинутому уровню; в дополнении к продвинутому способен путем перебора независимых переменных, выполнять задачу оптимизации характеристики (по заданному требованию к ней, например, величине тока возбуждения или тока холостого хода) или обеспечения заданного значения параметра (заданной электромагнитной силы или момента и др.) – соответствует эталонному уровню).

Сформированность уровня компетенции не ниже порогового является основанием для допуска обучающегося к промежуточной аттестации по данной дисциплине.

Формой промежуточной аттестации по данной дисциплине является экзамен, оцениваемый по принятой в НИУ «МЭИ» четырехбалльной системе: "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно".

Экзамен по дисциплине «Введение в электромеханику» проводится в устной форме.

Критерии оценивания (в соответствии с инструктивным письмом НИУ МЭИ от 14 мая 2012 года № И-23):

Оценки «отлично» заслуживает студент, обнаруживший 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; проявивший 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.

Оценки «хорошо» заслуживает студент, обнаруживший полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющий предусмотренные задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, но допустившему при этом не принципиальные ошибки.

Оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, обнаруживший знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, знакомый с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившим погрешность в ответе на теоретические вопросы, но обладающий необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, 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 задания к практическим занятиям (неправильное выполнение заданий 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 (формирования и развития компетенций, закреплённых за данной дисциплиной). Оценка «неудовлетворительно» выставляется также, если студент: после начала экзамена отказался его сдавать или нарушил правила сдачи экзамена (списывал, подсказывал, обманом пытался получить более высокую оценку и т.д.

В зачетную книжку студента и приложение к диплому выносится оценка экзамена по дисциплине за 4 семестр.

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

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

1. Уравнение баланса энергии в электромеханической системе. Частные случаи.
2. Основные зависимости, лежащие в основе анализа электромеханических систем (ЭМС).

3. Закон Ампера и его формульная зависимость.
4. Энергия магнитного поля в ЭМС с одной обмоткой возбуждения.
5. Собственная индуктивность обмотки при линейном характере магнитной системы.
6. Формула Максвелла для определения электромагнитной силы.
7. Выражение для энергии магнитного поля магнитной системы через поток Φ , через ток i и МДС.
8. Среднее значение электромагнитной силы для системы с одной обмоткой при $\psi = const$.
9. Коэнергия магнитного поля в ЭМС с одной обмоткой возбуждения.
10. Среднее значение электромагнитной силы для системы с одной обмоткой при $i = const$.
11. Среднее значение электромагнитной силы через поток Φ , через ток i и МДС F .
12. Общее выражение для энергии магнитного поля в ЭМС с двумя обмотками возбуждения.
13. Уравнения линейной магнитной системы ЭМС с двумя обмотками возбуждения.
14. Энергия магнитного поля линейной магнитной системы с двумя обмотками возбуждения.
15. Среднее значение электромагнитной силы для линейной системы с двумя обмотками.
16. Закон Фарадея для ЭДС с учетом наличия механического перемещения.
17. Мгновенное значение ЭДС для линейной магнитной системы: $\psi(i, x) = L(x) \cdot i$.
18. Уравнения, описывающие основные физические процессы в трансформаторе.
19. Физический смысл каждого их параметров схемы замещения трансформатора.
20. КПД трансформатора в зависимости от коэффициента нагрузки β и $\cos\varphi_2$.
21. Относительное изменение напряжения при нагрузке трансформатора.

Вопросы по приобретению и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной
(примеры вопросов к практическим занятиям, лабораторным работам)

1. Каким образом составляется схема замещения магнитной системы?
2. Закон полного тока. Как он реализуется при расчете магнитной системы.
3. Закон Ома для участка магнитной цепи.
4. Законы Кирхгофа, применительно к магнитным цепям.
5. Какими параметрами оценивают "качество" магнитной системы на постоянном токе?
6. Какими параметрами оценивают "качество" магнитной системы на переменном токе?
7. В чем недостаток магнитной системы с насыщением на постоянном и переменном токе?
8. Физические процессы, происходящие при работе однофазного трансформатора.
9. Математическая модель однофазного трансформатора. Схема замещения.
10. Определение параметров схемы замещения с использованием паспортных данных.
11. Режим холостого хода, зависимости $P_0, I_0, \cos\varphi_0 = f(U_1)$.
12. Режим короткого замыкания, зависимости $P_k, I_k, \cos\varphi_k = f(U_1)$.
13. Внешняя характеристика трансформатора $U_2 = f(I_2)$ при различных значения $\cos\varphi_2$.
14. Причины изменения напряжения при работе под нагрузкой.
15. Энергетическая диаграмма трансформатора.

Вопросы по закреплению теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями (вопросы к экзамену)

Первый вопрос в экзаменационном билете – вопрос по лекционному материалу раздела 1 (вопр.1.1 – 1.17). Второй вопрос – по лекционному материалу раздела 2 (вопр.2.1 – 2.17).

1. Общие вопросы теории электромеханических преобразователей энергии

- 1.1. Основные физические явления, используемые в электромеханике для преобразования энергии.
- 1.2. Основные законы электромеханики.
- 1.3. Способы создания магнитного поля в электромеханических преобразователях (ЭМП).
- 1.4. Магнитные материалы, используемые в электромеханике. Назначение. Основные параметры.
- 1.5. Магнитная цепь на постоянном токе. Схема замещения, законы магнитной цепи.

- 1.6. Особенности расчета магнитной цепи на постоянном токе. Цель расчета.
- 1.7. Магнитная система на переменном токе. Цель расчета. Особенности расчета.
- 1.8. Электромеханическая система (ЭМС) с одной обмоткой возбуждения:
 - определение энергии или коэнергии магнитного поля;
 - графическое определение электромагнитной силы.
- 1.9. Определение электромагнитной силы через энергию или коэнергию магнитного поля.
- 1.10. Периодический режим работы ЭМС с одной обмоткой: двигательный и генеративный режим.
- 1.11. ЭМС с двумя обмотками возбуждения:
 - определение собственных индуктивностей обмоток и их взаимоиндуктивностей;
 - особенности определение энергии магнитного поля;
 - определение электромагнитной силы или момента.
- 1.12. Уравнение ЭДС. Физическая природа составляющих ЭДС.
- 1.13. Схематичное представление связи между электрической и механической частью ЭМС.
- 1.14. Структура ЭМП и основные физические процессы в его структурных элементах.
- 1.15. Потери энергии и КПД электромеханического преобразователя (ЭМП).
- 1.16. Нагревание и охлаждение ЭМП.
- 1.17. Режимы работы ЭМП.
- 2. Однофазный трансформатор**
- 2.1. Функциональное назначение. Области применения.
- 2.2. Принцип действия. Математическая модель электромагнитных процессов.
- 2.3. Виды магнитопроводов трансформаторов. Особенности конструкций.
- 2.4. Обмотки трансформаторов: концентрические; чередующиеся. Требования к обмоткам.
- 2.5. Реактивный ток трансформатора.
- 2.6. Приведение вторичной обмотки трансформатора к первичной.
- 2.7. Схема замещения трансформатора. Физический смысл параметров схемы замещения.
- 2.8. Определение параметров схемы замещения по паспортным данным.
- 2.9. Векторная диаграмма трансформатора при холостом ходе. Ток и мощность холостого хода.
- 2.10. Векторная диаграмма при коротком замыкании. Ток и мощность короткого замыкания.
- 2.11. Работа трансформатора под нагрузкой. Векторная диаграмма при активной нагрузке.
- 2.12. Работа трансформатора под нагрузкой. Векторная диаграмма при активно-индуктивной нагрузке.
- 2.13. Потери в трансформаторе, КПД. Энергетическая диаграмма.
- 2.14. Максимум КПД. Влияние характера нагрузки на КПД.
- 2.15. Причины изменения напряжения трансформатора.
- 2.16. Регулирование напряжения трансформатора переключением числа витков.
- 2.17. Роль трансформаторов в электроэнергетических и электромеханических системах.

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, изложены в методических указаниях по изучению курса «Введение в электромеханику», в которые входят методические рекомендации к выполнению и защите лабораторных работ и практических занятий и заданий на самостоятельную работу (приложение к настоящей РПД).

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература

1. Вольдек А.И., Попов В.В. Электрические машины. Введение в электромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы. – СПб.: Питер, 2006. – с. 320.
2. Поляков, С.И. Электромеханические системы : учебное пособие / С.И. Поляков. - Воронеж : Воронежская государственная лесотехническая академия, 2005. - 158 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=143092>
3. Аполлонский С.М. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле: Учеб. пособие. – СПб: Изд. "Лань", 2012. – 592 с.

б) дополнительная литература

1. Пластун, А.Т. Совмещенные возбудительные устройства с радиальной асимметрией магнитной системы : учебное пособие / А.Т. Пластун, В.И. Денисенко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина ; под общ. ред. А.Т. Пластун. - Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2014. - 441 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7996-1277-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=276372>

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» необходимых для освоения дисциплины

http://www.electromonter.info/handbook/motor_classification.html - классификация электрических машин

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина предусматривает лекции - один раз в две недели, практические занятия - один раз в две недели и лабораторные занятия - один раз в две недели (восемь двухчасовых лабораторных занятий в компьютерном классе (на каждую лабораторную работу отводится – 4 часа) с двумя часами на завершающую защиту). Изучение курса завершается экзаменом.

Успешное изучение курса требует посещения лекций, активной работы на практических занятиях и лабораторных работах, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

Во время **лекции** студент должен вести краткий конспект.

Работа с конспектом лекций предполагает просмотр конспекта в тот же день после занятий. При этом рекомендуется помечать материалы конспекта, которые вызывают затруднения для понимания. При этом обучающийся должен стараться найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если ему самостоятельно не удалось разобраться в материале, необходимо сформулировать вопросы и обратиться за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции.

Обучающемуся необходимо регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

Практические занятия составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Основная цель проведения практических занятий - формирование у студентов аналитического, творческого мышления путем приобретения практических навыков расчета, анализа и синтеза простых электромагнитных и электромеханических систем с одной или двумя обмотками.

Методические указания к практическим (семинарским) занятиям по дисциплине наряду с рабочей программой и графиком учебного процесса относятся к методическим документам, определяющим уровень организации и качества образовательного процесса.

Содержание практических занятий фиксируется в РПД в разделе 4 настоящей программы.

Важнейшей составляющей любой формы практических занятий являются упражнения (задания). Основа в упражнении - пример, который разбирается с позиций теории, развитой в лекции. Как правило, основное внимание уделяется формированию конкретных умений, навыков, что и определяет содержание деятельности студентов - решение задач, графические работы, уточнение категорий и понятий науки, являющихся предпосылкой правильного мышления и речи.

Практические занятия выполняют следующие задачи:

стимулируют регулярное изучение рекомендуемой литературы, а также внимательное отношение к лекционному курсу;

закрепляют знания, полученные в процессе лекционного обучения и самостоятельной работы над литературой;

расширяют объём профессионально значимых знаний, умений, навыков;

позволяют проверить правильность ранее полученных знаний;

прививают навыки самостоятельного мышления, устного выступления;

способствуют свободному оперированию терминологией;

предоставляют преподавателю возможность систематически контролировать уровень самостоятельной работы студентов.

При подготовке к **практическим занятиям** необходимо просмотреть конспекты лекций и методические указания, рекомендованную литературу по данной теме; подготовиться к ответу на контрольные вопросы.

В ходе выполнения индивидуального задания практического занятия студент готовит отчет о работе (в программе MS Word или любом другом текстовом редакторе). В отчет заносятся результаты выполнения каждого пункта задания (схемы, диаграммы (графики), таблицы, расчеты, ответы на вопросы пунктов задания, выводы и т.п.). Примерный образец оформления отчета имеется у преподавателя.

За 10 мин до окончания занятия преподаватель проверяет объём выполненной на занятии работы и отмечает результат в рабочем журнале.

Оставшиеся невыполненными пункты задания практического занятия студент обязан доделать самостоятельно.

После проверки отчета преподаватель может проводить устный или письменный опрос студентов для контроля усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия (студенты должны знать смысл полученных ими результатов и ответы на контрольные вопросы). По результатам проверки отчета и опроса выставляется оценка за практическое занятие.

Лабораторные работы составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Они направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений.

Выполнение студентами лабораторных работ направлено на:

обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплины;

формирование необходимых профессиональных умений и навыков;

приобретение навыков проведения эксперимента, работы с измерительной техникой и компьютерной обработке результатов.

Дисциплины, по которым планируются лабораторные работы и их объемы, определяются рабочими учебными планами.

Методические указания по проведению лабораторных работ разрабатываются на срок действия РПД (ПП) и включают:

заглавие, в котором указывается вид работы (лабораторная), ее порядковый номер, объем в часах и наименование;

цель работы;

предмет и содержание работы;
оборудование, технические средства, инструмент;
порядок (последовательность) выполнения работы;
правила техники безопасности и охраны труда по данной работе (по необходимости);
общие правила к оформлению работы;
контрольные вопросы и задания;
список литературы (по необходимости).

Содержание лабораторных работ фиксируется в РПД в разделе 4 настоящей программы.

При планировании лабораторных работ следует учитывать, что наряду с ведущей целью - подтверждением теоретических положений - в ходе выполнения заданий у студентов формируются практические умения и навыки обращения с лабораторным оборудованием, аппаратурой и пр., которые могут составлять часть профессиональной практической подготовки, а также исследовательские умения (наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимости, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследование, оформлять результаты).

Состав заданий для лабораторной работы должен быть спланирован с таким расчетом, чтобы за отведенное время они могли быть качественно выполнены большинством студентов.

Необходимыми структурными элементами лабораторной работы, помимо самостоятельной деятельности студентов, являются инструктаж, проводимый преподавателем, а также организация обсуждения итогов выполнения лабораторной работы.

Выполнению лабораторных работ предшествует проверка знаний студентов – их теоретической готовности к выполнению задания.

Порядок проведения **лабораторных работ** в целом совпадает с порядком проведения практических занятий. Помимо собственно выполнения работы для каждой лабораторной работы предусмотрена процедура защиты, в ходе которой преподаватель проводит устный или письменный опрос студентов для контроля понимания выполненных ими задач исследования, правильной интерпретации полученных результатов и усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия.

При подготовке к **экзамену** в дополнение к изучению конспектов лекций, учебных пособий и слайдов, необходимо пользоваться учебной литературой, рекомендованной к настоящей программе. При подготовке к экзамену нужно изучить теорию: определения всех понятий и подходы к оцениванию до состояния понимания материала и самостоятельно решить по нескольким типовым задач из каждой темы. При решении задач всегда необходимо уметь качественно интерпретировать итог решения.

Самостоятельная работа студентов (СРС) по дисциплине играет важную роль в ходе всего учебного процесса. Методические материалы и рекомендации для обеспечения СРС готовятся преподавателем и выдаются студенту.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

При проведении **лекционных** занятий предусматривается использование систем мультимедиа.

При проведении **лабораторных работ** предусматривается использование компьютера с целью построения компьютерной модели устройства и выполнения исследований по программе задания .

При проведении **практических занятий** предусматривается использование систем мультимедиа и компьютерного моделирования ряда относительно сложных решаемых задач. В качестве ПО используется программа MathCad.

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекционные занятия:

Аудитория, оснащенная презентационной мультимедийной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Практические занятия по данной дисциплине проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные работы по данной дисциплине проводятся в компьютерном классе.

Автор
к.т.н., доцент



Ю.Д. Кулик

Зав. кафедрой ЭМС
к.т.н., доцент



В.В. Рожков

Программа одобрена на заседании кафедры №3 от 12.10.2015 г. протокол №3.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

| Но мер из- ме- не- ния | Номера страниц | | | | Все- го стра- ниц в доку- мен- те | Наименова- ние и № доку- мента, вво- дящего изменения | Подпись, Ф.И.О. внесшего из- менения в данный эк- земпляр | Дата внесения из- менения в данный эк- земпляр | Дата введения изменения |
|---------------------------------------|---------------------------|---------------------------|------------|---|---|--|--|--|-------------------------------|
| | из- ме- нен- ных | за- ме- нен- ных | но- вых | ан- ну- ли- ро- ван- ных | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | | | | | | | | | |