

Направление подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»
Магистерская программа «Методы исследования и моделирования процессов в электромеханических преобразователях энергии»
РПД Б1.В.ОД.1 «Универсальный метод расчета полей и процессов в электромеханике»



Приложение 3.РПД Б1.В.ОД.1

**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
« 31 » 08 2015 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**УНИВЕРСАЛЬНЫЙ МЕТОД РАСЧЕТА ПОЛЕЙ И ПРОЦЕССОВ
В ЭЛЕКТРОМЕХАНИКЕ**

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки: 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

Смоленск – 2015 г.

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

Целью освоения дисциплины является подготовка обучающихся к проектно-конструкторской деятельности по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.

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-10 «способностью управлять проектами разработки объектов профессиональной деятельности».

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- основные положения теории процессов, происходящих в электромеханических преобразователях энергии (ПК-10);
- основные положения универсального метода расчета полей и процессов в электромеханических преобразователях энергии (ПК-10);
- различные методы расчета полей и процессов в электромеханических системах (ПК-10).

Уметь:

- пользоваться методами расчета полей и процессов при проектировании электромеханических преобразователей энергии (ПК-10).

Владеть:

- навыками расчета полей и процессов при управлении качеством проектирования электромеханических преобразователей энергии (ПК-10).

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к вариативной части дисциплин по выбору Б1.В.ОД.1 студента цикла Б1 образовательной программы подготовки магистров по магистерской программе «Электроприводы и системы управления электроприводов», направления «Электроэнергетика и электротехника».

В соответствии с учебным планом по направлению «Электроэнергетика и электротехника» дисциплина «Универсальный метод расчета полей и процессов в электромеханике» базируется на следующих дисциплинах:

Б1.В.ОД.6 «Электрические машины автоматических устройств»

Б1.В.ДВ.1.1 «Технические средства автоматизации технологических процессов»

Б1.В.ДВ.1.2 «Современные технологии в электромашиностроении»

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

Б1.Б.6 «Методология научного творчества»

Б1.В.ДВ.3.1 «Управление и регулирование в электромеханике»

Б1.В.ДВ.3.2 «Системы регулирования электромеханических преобразователей»

Б2.П.1 «Производственная практика»

Б2.П.2 «Преддипломная практика»

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.1	
Часов (всего) по учебному плану:	180	1 семестр
Трудоемкость в зачетных единицах (ЗЕТ)	5	1 семестр
Лекции (ЗЕТ, часов)	0.5, 18	1 семестр
Практические занятия (ЗЕТ, часов)	0.5, 18	1 семестр
Лабораторные работы (ЗЕТ, часов)	0.5, 18	1 семестр
Объем самостоятельной работы по учебному плану (ЗЕТ, часов всего)	2.25, 81	1 семестр
Экзамен (ЗЕТ, часов)	1.25, 45	1 семестр

Самостоятельная работа студентов

Вид работ	Трудоемкость, ЗЕТ, час
Изучение материалов лекций (лк)	0.25, 9
Подготовка к практическим занятиям (пз)	0.5, 18
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы (лаб)	0.5, 18
Выполнение расчетно-графической работы (реферата)	-
Выполнение курсового проекта (работы)	-
Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (СРС)	1, 36
Подготовка к контрольным работам	-
Подготовка к тестированию	-
Подготовка к зачету	-
Всего:	2.25, 81
Подготовка к экзамену	1.25, 45

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 учебных 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
1	Тема 1. Цели и задачи исследований процессов в электромеханике. Классификация методов.	14	2	2	2	8	2
2	Тема 2. Методы моделирования электромагнитного поля.	14	2	2	2	8	2

1	2	3	4	5	6	7	8
3	Тема 3. Схемы замещения магнитного пространства электрической машины.	34	4	4	4	20	2
4	Тема 4. Концепция формирования электромагнитной схемы замещения электромеханического преобразователя.	28	4	4	4	18	4
5	Тема 5. Общая система уравнений для описания магнитного состояния и электрических процессов электромеханических преобразователей.	28	4	4	4	16	4
6	Тема 6. Программные продукты для моделирования электромагнитных полей	14	2	2	2	8	4
7	Дополнительная тема на СРС. Электромагнитные поля в электрических машинах.	3				3	
всего 180 часов по видам учебных занятий (включая 45 часов на подготовку к экзамену)			18	18	18	81	20

Содержание по видам учебных занятий

Тема 1. Цели и задачи исследований процессов в электромеханике. Классификация методов.

Лекция 1. Объекты исследования в электромеханике. Процессы в электромеханических преобразователях энергии. Цели и задачи исследований процессов. Основные методы расчета электромагнитных полей. Предпосылки создания метода. Теоретическая основа универсального численного метода моделирования ЭМ. Этапы расчета. Допущения. Область расчёта. Расчет схемы замещения магнитной цепи. (2 часа).

Лабораторная работа 1. Магнитное поле магнитопровода с односторонней зубчатостью (2 часа).

Практическое занятие 1. Методы моделирования электромеханических систем. Формулировка задачи расчёта полей и процессов (объект исследования, допущения, точность). (2 часа).

Самостоятельная работа 1. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы № 1 (изучение методических указаний, предварительная проработка технологического цикла) (4 часов). Подготовка к практическим занятиям № 1 - (4 часа) (всего к теме №1 – 8 часов).

Текущий контроль – устный опрос при проведении допуска к лабораторным работам, защита лабораторных работ.

Тема 2. Методы моделирования электромагнитного поля.

Лекция 2. Классификация методов расчета полей. Теоретические методы расчета. Практические методы расчета. Численные методы. Полевые методы (2 часа).

Лабораторная работа 2. Исследование магнитного поля в гладком зазоре (2 часа).

Практическое занятие 2. Методы и алгоритмы расчета магнитной цепи. (2 часа).

Самостоятельная работа 2. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работе № 2 (изучение методических указаний, предварительная проработка технологического цикла) (4 часа). Подготовка к практическим занятиям № 2 - (4 часа) (всего к теме № 2 – 8 часов).

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

Тема 3. Схемы замещения магнитного пространства электрической машины.

Лекция 3. Концепция формирования дискретизированной схемы замещения магнитного пространства ЭМ. Формирования схемы замещения. Участки разбиения. Расчёт магнитных проводимостей (2 часа).

Лекция 4. Схема замещения. Элементы магнитной схемы замещения. Нелинейные проводимости зазора. Проводимости ферромагнитных участков ярма статора. Проводимость зубцов статора, потоков пазового рассеяния. Проводимость ярма ротора, межполюсное рассеяние. Коронки зубцов, полюс ротора, края полюсного наконечника (2 часа).

Лабораторная работа 3. Исследование магнитного поля в гладком зазоре (2 часа).

Лабораторная работа 4. Исследование магнитных систем трансформатора (2 часа).

Практическое занятие 3. Расчет магнитной цепи в линейном приближении (2 часа).

Практическое занятие 4. Схема магнитной цепи электромеханического преобразователя энергии (2 часа).

Самостоятельная работа 3. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работе № 3-4 (изучение методических указаний, предварительная проработка технологического цикла) (8 часов). Подготовка к практическим занятиям № 3 - 4 (8 часов). Подготовка к лекции №3-4 (4 часа) (всего к теме №3 – 20 часов).

Текущий контроль – устный опрос при проведении допуска к лабораторным работам, защита лабораторных работ, устный опрос по теме при подготовке к практическому занятию, устный опрос по теме пройденному лекционному материалу.

Тема 4. Концепция формирования электромагнитной схемы замещения электромеханического преобразователя.

Лекция 5. Выбор метода расчета магнитной цепи. Классификация методов расчета полей. Практические методы расчета. Теоретические методы расчета. Полевые методы расчета (2 часа) (2 часа).

Лекция 6. Электромагнитная схема замещения электромеханического преобразователя. Проблемы моделирования. Схемы обмотки. Расположение источников МДС в магнитной схеме замещения от магнитных оболочек. Матрица перехода от ветвей электрической цепи к ветвям магнитной цепи (2 часа).

Лабораторная работа 5. Исследование магнитных систем трансформатора (2 часа).

Лабораторная работа 6. Исследование электрической машины с постоянными магнитами (2 часа).

Практическое занятие 5. Формирование матрицы проводимости магнитной цепи (2 часа).

Практическое занятие 6. Матричные преобразования токов пазов в токи зубцовых контуров (2 часа).

Самостоятельная работа 4. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работе № 5-6 (изучение методических указаний, предварительная проработка технологического цикла) (8 часов). Подготовка к практическим занятиям № 5 - 6 (8 часов) Подготовка к лекции № 5-6 (2 часа) (всего к теме №4 – 18 часов).

Текущий контроль – устный опрос при проведении допуска к лабораторным работам, защита лабораторных работ, устный опрос по теме при подготовке к практическому занятию, устный опрос по теме пройденному лекционному материалу.

Тема 5. Общая система уравнений для описания магнитного состояния и электрических процессов электромеханических преобразователей.

Лекция 7. Топологические методы расчета. Узловые уравнения. Уравнения механического равновесия. Электромагнитный момент (2 часа).

Лекция 8. Общая система уравнений для описания магнитного состояния и электрических процессов (2 часа).

Лабораторная работа 7. Исследование электрической машины с постоянными магнитами (2 часа).

Лабораторная работа 8. Исследование магнитного подвеса (2 часа).

Практическое занятие 7. Расчет потоков зубцов и ветвей (2 часа).

Практическое занятие 8. Определение потокосцеплений ветвей электрической цепи (2 часа).

Самостоятельная работа 5. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работе № 7-8 (изучение методических указаний, предварительная проработка технологического цикла) (8 часов). Подготовка к практическим занятиям № 7 - 8 (8 часов) (всего к теме №5 – 16 часов).

Текущий контроль – устный опрос при проведении допуска к лабораторным работам, защита лабораторных работ, устный опрос по теме при подготовке к практическому занятию.

Тема 6. Программные продукты для моделирования электромагнитных полей.

Лекция 9. Современные методы моделирования электромагнитного поля. Программа на основе универсального метода расчёта полей и процессов. Инженерные системы моделирования двумерных физических полей. Программные комплексы. Программные продукты для моделирования электромагнитных полей (2 часа).

Лабораторная работа 9. Исследование магнитного подвеса (2 часа).

Практическое занятие 9. Расчет движения электромеханических систем (2 часа).

Самостоятельная работа 6. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работе № 9 (изучение методических указаний, предварительная проработка технологического цикла) (4 часа). Подготовка к практическим занятиям № 9 - (4 часа) (всего к теме №6 – 8 часов).

Текущий контроль – устный опрос при проведении допуска к лабораторным работам, защита лабораторных работ, устный опрос по теме при подготовке к практическому занятию.

Дополнительная тема на СРС.

Электромагнитные поля в электрических машинах.

Самостоятельная работа 7. Самостоятельное изучение указанной темы (3 часа).

Текущий контроль – устный опрос по дополнительной теме СРС.

Лабораторные работы (в количестве 10 часов) проводятся в интерактивной форме (используется бригадный метод выполнения).

На практических занятиях (10 часов) используется бригадный метод выполнения задания с разграничением функциональных обязанностей студента при выполнении задания по моделированию – анализ исходных данных, проработка схемы построения модели, выбор технологии моделирования, расчет параметров, возможная оптимизация. Затем усилия объединяются, и организуется активный диалог студентов с преподавателем и между собой для подведения итогов решения задания и практической реализации 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 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-10.

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-10 «способностью управлять проектами разработки объектов профессиональной деятельности» преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в отчетах студента по лабораторным работам, практическим занятиям. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – устных опросах, защитах лабораторных работ, ответах на практических занятиях.

Принимается во внимание **знания** обучающимися:

- основные положения теории процессов, происходящих в электромеханических преобразователях энергии;
- основные положения универсального метода расчета полей и процессов в электромеханических преобразователях энергии;
- различные методы расчета полей и процессов в электромеханических системах.

наличие **умения**:

- пользоваться методами расчета полей и процессов при проектировании электромеханических преобразователей энергии;

присутствие **навыка**:

- навыками расчета полей и процессов при проектировании электромеханических преобразователей энергии.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции в процессе выполнения и защиты лабораторных работ, в результате выполнения заданий на практических занятиях.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции ПК-10 «способностью управлять проектами разработки объектов профессиональной деятельности» в процессе защиты лабораторных работ, как формы текущего контроля. На защите соответствующих лабораторных работ (методические указания: Баловнев Д.И. Методические указания к лабораторным работам по курсу «Универсальный метод расчета полей и процессов в электромеханических преобразователях энергии» [Текст] – Смоленск: РИО филиала МЭИ в г. Смоленске, 2011. – 32с) задается 2 вопроса из примерного перечня:

1. Что такое плоскопараллельное электромагнитное поле?
2. Пояснить, чем отличаются границы первого рода от границ второго рода?
3. Описать последовательность действий для расчета электромагнитного поля в лабораторной работе
4. Какими способами можно задать источники электромагнитного поля?
5. Проанализировать график нормальной составляющей магнитной индукции в воздушном зазоре для различных граничных условий.
6. Как определить распределение индукции в стержне трансформатора?
7. Как найти магнитный поток и индукцию в ярме трансформатора?
8. Чем отличаются и почему картины магнитного поля трансформатора со стержневой и броневой магнитной системой?
9. Как задать направление магнитного поля постоянного магнита?
10. Какой источник магнитного поля можно задать с помощью граничных условий?
11. Проанализировать график нормальной составляющей магнитной индукции в поперечном сечении магнитопровода для разных источников поля.
12. Что показывают линии магнитного поля при исследовании трансформатора.

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

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции ПК-10 «способностью управлять проектами разработки объектов профессиональной деятельности» 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, приводить простейшие соотношения электромагнитных полей, определять виды электромагнитного поля соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, в дополнение к пороговому самостоятельно составлять уравнения электромагнитного поля – соответствует продвинутому уровню; в дополнении к продвинутому способен рассчитывать параметры электромагнитного поля, синтезировать полную схему модели – 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 «Универсальный метод расчета полей и процессов в электромеханике» 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, правильно выполнившему практические задание.

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, правильно выполнившему практические задание, 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, знакомы с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившим погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающий необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившим другие практические задания из того же раздела дисциплины.

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 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 (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 выносятся оценка экзамена по дисциплине за 1 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, закреплёнными за дисциплиной (примерные вопросы по лекционному материалу дисциплины):

1. Методы исследования электромеханических систем.
2. Какие виды электромагнитных полей существуют в электрических машинах?
3. Какие процессы происходят в электромеханических преобразователях энергии?

4. Какие частные виды электромагнитного поля вы знаете?
5. Что такое плоскопараллельное электромагнитное поле?
6. Что такое стационарное и квазистационарное электромагнитное поле?
7. Нарисуйте схему классификации методов расчета электромагнитных полей.
8. Численные методы расчёта электромагнитного поля.
9. Что такое граничные условия?
10. Какие типы граничных условий вы знаете?
11. Преимущества и недостатки метода конечных элементов.
12. Какие численные методы расчета электромагнитных полей вы знаете?
13. Как влияют параметры источника на свойства магнитного поля?
14. Область применения и принцип действия магнитного подвеса.
15. Предпосылки создания метода зубцовых контуров.
16. Область использования метода зубцовых контуров,
17. Основные положения метода зубцовых контуров,
18. Этапы расчёта метода зубцовых контуров
19. Общая система уравнений для описания магнитного состояния и электрических процессов электромеханического преобразователя.
20. Универсальный численный метод моделирования электромеханических преобразователей и систем.

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

1. Дать определение векторного магнитного потенциала.
2. Нарисуйте простые фигуры, магнитная проводимость которых рассчитывается строго аналитически.
3. Что такое удельная проводимость плоскопараллельного поля?
4. Как определить магнитная проводимость с помощью численного расчета поля?
5. Как определить магнитную проводимость с насыщением стали магнитопровода.
6. Пояснить особенности расчета магнитной проводимости вихревого магнитного поля.
7. Как определяют магнитные проводимости электрической машины для метода зубцовых контуров?
8. Что такое граничные условия для расчета магнитных полей?
9. Изобразите какое - либо сложное плоскопараллельное поле с помощью простых плоских фигур
10. Как рассчитать значение источника поля при известной геометрии и магнитном потоке?
11. Как определить геометрию и свойства магнита, чтобы получить магнитный поток заданной величины при известной геометрии магнитопровода?
12. Напишите уравнения электромагнитного поля.

Вопросы по закреплению теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями (вопросы к экзамену). Первый вопрос в экзаменационном билете студента – вопрос по лекционному материалу. Второй вопрос – задача на тему, близкую к разбираемым на практических занятиях.

1. Методы исследования электромеханических систем.
2. Какие виды электромагнитных полей существуют в электрических машинах?
3. Какие процессы происходят в электромеханических преобразователях энергии?
4. Какие частные виды электромагнитного поля вы знаете?
5. Что такое плоскопараллельное электромагнитное поле?
6. Что такое стационарное и квазистационарное электромагнитное поле?
7. Нарисуйте схему классификации методов расчета электромагнитных полей.

8. Численные методы расчёта электромагнитного поля.
9. Что такое граничные условия?
10. Какие типы граничных условий вы знаете?
11. Преимущества и недостатки метода конечных элементов.
12. Какие численные методы расчета электромагнитных полей вы знаете?
13. Как влияют параметры источника на свойства магнитного поля?
14. Область применения и принцип действия магнитного подвеса.
15. Предпосылки создания метода зубцовых контуров.
16. Область использования метода зубцовых контуров,
17. Основные положения метода зубцовых контуров,
18. Этапы расчёта метода зубцовых контуров
19. Определение параметров для дискретизированной схемы замещения магнитного пространства электрической машины.
20. Концепция формирования дискретизированной схемы замещения магнитного пространства электрической машины.
21. Концепция формирования электромагнитной схемы замещения электромеханического преобразователя.
22. Общая система уравнений для описания магнитного состояния и электрических процессов электромеханического преобразователя.
23. Универсальный численный метод моделирования электромеханических преобразователей и систем.
24. Программные продукты для моделирования электромагнитного поля.
25. Дать определение векторного магнитного потенциала.
26. Нарисуйте простые фигуры, магнитная проводимость которых рассчитывается строго аналитически.
27. Что такое удельная проводимость плоскопараллельного поля?
28. Как определить магнитная проводимость с помощью численного расчета поля?
29. Как определить магнитную проводимость с насыщением стали магнитопровода.
30. Пояснить особенности расчета магнитной проводимости вихревого магнитного поля.
31. Как определяют магнитные проводимости электрической машины для метода зубцовых контуров?
32. Что такое граничные условия для расчета магнитных полей?
33. Изобразите какое - либо сложное плоскопараллельное поле с помощью простых плоских фигур
34. Как рассчитать значение источника поля при известной геометрии и магнитном потоке?
35. Как определить геометрию и свойства магнита, чтобы получить магнитный поток заданной величины при известной геометрии магнитопровода?

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 методические рекомендации к выполнению и защите лабораторных работ (см. Приложение к РПД).

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

а) основная литература

1. Энергоэффективность работы электродвигателей и трансформаторов при конструктивных и режимных вариациях: учебное пособие для вузов [электронный ресурс]/ Казаков Ю.Б. — М.: Издательский дом МЭИ, 2013. — 152 с. Режим доступа: <http://nelbook.ru/default.asp?book=206>.

б) дополнительная литература

1. Денисов В.Н., Курилин С.П. Матричное моделирование электромагнитных и энергетических процессов в электрических машинах [Текст]. – Смоленск: РИО филиала МЭИ в г. Смоленске, 2011. – 139 с.
2. Баловнев Д.И. Методические указания к лабораторным работам по курсу «Универсальный метод расчета полей и процессов в электромеханических преобразователях энергии» [Текст] – Смоленск: РИО филиала МЭИ в г. Смоленске, 2011. – 32 с.

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

1. Селиванов В.Н. Использование программы расчета электромагнитных переходных процессов АТР-ЕМТР в учебном процессе [электронный ресурс]. Вестник МГТУ, т. 12, N.1, 2009 г. Режим доступа: http://vestnik.mstu.edu.ru/v12_1_n34/articles/22_seliv.pdf
2. Бутырин П.А., Дубицкий С.Д., Коровин Н.В. Использование компьютерного моделирования в преподавании теории электромагнитного поля [электронный ресурс]. Электричество, №10, 2014 г. Режим доступа: <http://elcut.ru/publications/butyrin1.pdf>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина предусматривает лекции один раз в две недели, практические занятия один раз в две недели и 9 двухчасовых лабораторных работ с двумя часами на 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 необходимо пометить 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 (семинарские) занятия составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Основная цель проведения практических (семинарских) занятий - формирование у студентов аналитического, творческого мышления путем приобретения практических навыков.

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 (семинарских) 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 (семинарские) 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 дисциплин;

формирование необходимых профессиональных умений и навыков;

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 измерений, 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 задачам 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, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

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

При проведении **лабораторных работ** предусматривается использование систем мультимедиа и моделирования.

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 с использованием специального программного обеспечения: система трехмерного моделирования КОМПАС-3D.

Автор
канд. техн. наук, доцент

Д.И. Баловнев

Зав. кафедрой
канд. техн. наук, доцент

В.В. Рожков

Программа одобрена на заседании кафедры №1 от 28.08.2015 года, протокол №01.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Но- мер изме- мене- 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
	изме- ме- нен- ных	заме- ме- нен- ных	но- вых	анну- лиро- ро- ванн- ых					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10