

**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 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ТИПОВЫХ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ**

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль подготовки: Электромеханика

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 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 следующих общепрофессиональных компетенций:

ОПК-1 «способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий»;

ОПК-2 «способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач»

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- компьютерные технологии для формирования корректного математического описание и моделирования типовых электромеханических преобразователей (ОПК-1);
- теоретические основы для математического моделирования типовых электромеханических преобразователей (ОПК-2).

Уметь:

- описывать процессы в типовых электромеханических преобразователях с использованием компьютерных технологий (ОПК-1);
- моделировать типовые электромеханические преобразователи (ОПК-2).

Владеть:

- навыками анализа математических моделей типовых электромеханических преобразователей (ОПК-1);
- навыками практического применения результатов моделирования для анализа свойств типовых электромеханических преобразователей (ОПК-2).

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Математические модели типовых электромеханических преобразователей» относится к вариативной части цикла Б1 основной образовательной программы подготовки бакалавров по профилю «Электромеханика» направления 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

В соответствии с учебным планом по направлению «Электроэнергетика и электротехника» для формирования общепрофессиональных компетенций дисциплина «Математические модели типовых электромеханических преобразователей» базируется на следующих дисциплинах:

Б1.Б.7 «Информатика»

Б1.Б.19 «Инженерная и компьютерная графика»

Б1.Б.20 «Информационно-измерительная техника»
 Б1.Б.5 «Высшая математика 1»
 Б1.Б.6 «Физика»
 Б1.Б.11 «Электротехническое и конструкционное материаловедение»
 Б1.Б.18 «Теоретическая механика»
 Б1.В.ОД.1 «Математические основы программирования»
 Б1.В.ОД.3 «Прикладная механика»
 Б1.В.ОД.4 «Электроника»
 Б1.В.ОД.14 «Высшая математика 2»
 Б1.В.ДВ.2.1 «Информационные технологии в электротехнике»
 Б1.В.ДВ.2.2 «Основы компьютерной техники»
 Б1.В.ДВ.3.2 «Теория теплопроводности»
 Б1.В.ДВ.6.1 «Математическое моделирование электромеханических систем»
 Б1.В.ДВ.6.2 «Моделирование в электромеханике»

Дисциплина «Математические модели типовых электромеханических преобразователей» является завершающей в образовательной траектории формирования компетенций ОПК-1 и ОПК-2.

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	
Часть цикла:	вариативная	
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.В.ДВ.8.2	
Часов (всего) по учебному плану:	144	8 семестр
Трудоемкость в зачетных единицах	4	8 семестр
Лекции	20/36, 20	8 семестр
Практические занятия	20/36, 20	8 семестр
Лабораторные занятия	20/36, 20	8 семестр
Объем самостоятельной работы по учебному плану (всего)	48/36, 48	8 семестр
Экзамен	1.0, 36	8 семестр

Самостоятельная работа студентов

Вид работ	Трудоёмкость, ЗЕТ, час
Изучение материалов лекций (лк)	-
Подготовка к практическим занятиям (пз)	-
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы (лаб)	0.5, 18
Выполнение расчетно-графической работы (реферата)	0.5, 18
Выполнение курсового проекта (работы)	-
Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (СРС)	12/36, 12
Подготовка к контрольным работам	-
Подготовка к тестированию	-
Подготовка к зачету	-
Всего:	48/36, 48
Подготовка к экзамену	1.0, 36

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических 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
1	Тема 1. Общая характеристика электромагнитного поля в электрической машине.	2	2				
2	Тема 2. Вспомогательные функции при решении уравнений поля.	18	2	4	4	8	
3	Тема 3. Методы решения уравнений Лапласа.	16	4	2	2	8	
4	Тема 4. Магнитное поле в гладком зазоре электрической машины.	24	4	6	6	8	
5	Тема 5. Частные случаи магнитного поля в кольцевом зазоре при гармоническом распределении потенциала.	12	2	2	2	6	
6	Тема 6. Прикладные пакеты для моделирования процессов в типовых электромеханических преобразователях (на примере пакета Elcut).	26	4	6	6	10	
7	Тема 7. Моделирование в пакете Elcut бесщеточного двигателя постоянного тока с постоянными магнитами и трехфазной коммутируемой обмоткой на статоре.	10	2			8	
всего 144 часа по видам учебных занятий (включая 36 часов на подготовку к экзамену)			20	20	20	48	-

От альтернативной дисциплины Б1.В.ДВ.8.1 «Компьютерное моделирование прикладных задач электромеханики» данная дисциплина «Математические модели типовых электромеханических преобразователей» отличается тематикой и содержанием разделов 6 и 7 с более глубокой проработкой вариантов моделирования магнитных полей в электромеханических преобразователях с использованием программного продукта Elcut.

Содержание по видам учебных занятий

Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Общая характеристика электромагнитного поля в электрической машине.

Лекция 1. Основные понятия. Допущения, принимаемые при решении задач. Граничные условия на поверхности раздела двух сред с различными магнитными проницаемостями. (2 часа).

Тема 2. Вспомогательные функции при решении уравнений поля.

Лекция 2. Векторный магнитный потенциал. Скалярный магнитный потенциал. Функция потока. Комплексная потенциальная функция. (2 часа).

Практическое занятие 1. Векторный магнитный потенциал. Скалярный магнитный потенциал. (2 часа).

Практическое занятие 2. Функция потока. Комплексная потенциальная функция. (2 часа).

Лабораторная работа 1. Векторный магнитный потенциал. Скалярный магнитный потенциал (2 часа).

Лабораторная работа 2. Функция потока. Комплексная потенциальная функция. (2 часа).

Самостоятельная работа 1. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работе № 1 и № 2 (изучение методических указаний, предварительная проработка технологического цикла) (4 часа). Подготовка к практическим занятиям № 1 - № 2 (4 часа). (всего к теме №1 – 8 часов).

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

Тема 3. Методы решения уравнений Лапласа.

Лекция 3. Метод конформного преобразования. Метод разделения переменных. (2 часа).

Лекция 4. Преобразование Кристоффеля – Шварца. (2 часа).

Практическое занятие 3. Преобразование Кристоффеля – Шварца. (2 часа).

Лабораторная работа 3. Метод конформного преобразования. Преобразование Кристоффеля – Шварца (2 часа).

Самостоятельная работа 2. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работе № 3 (изучение методических указаний, предварительная проработка технологического цикла) (4 часа). Подготовка к практическим занятиям № 3 (4 часа). (всего к теме №3 – 8 часов).

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

Тема 4. Магнитное поле в гладком зазоре электрической машины.

Лекция 5. Магнитное поле в гладком линейном зазоре при униполярном распределении потенциала. (2 часа).

Лекция 6. Магнитное поле в гладком линейном зазоре при гармоническом распределении потенциала. Магнитное поле в гладком кольцевом зазоре при гармоническом распределении потенциала. (2 часа).

Практическое занятие 4. Магнитное поле в гладком линейном зазоре при униполярном распределении потенциала. (2 часа).

Практическое занятие 5. Магнитное поле в гладком линейном зазоре при гармоническом распределении потенциала. (2 часа).

Практическое занятие 6. Магнитное поле в гладком кольцевом зазоре при гармоническом распределении потенциала. (2 часа).

Лабораторная работа 4. Магнитное поле в гладком линейном зазоре при униполярном распределении потенциала (2 часа).

Лабораторная работа 5. Магнитное поле в гладком линейном зазоре при гармоническом распределении потенциала. (2 часа).

Лабораторная работа 6. Магнитное поле в гладком кольцевом зазоре при гармоническом распределении потенциала. (2 часа).

Самостоятельная работа 3. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работе № 4 - № 6 (изучение методических указаний, предварительная проработка технологического цикла) (4 часа). Подготовка к практическим занятиям № 4 - № 6 (4 часа). (всего к теме №4 – 8 часов).

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

Тема 5. Частные случаи магнитного поля в кольцевом зазоре при гармоническом распределении потенциала.

Лекция 7. Поле статора при удаленном роторе. Поле ротора при удаленном статоре. Допустимость замены кольцевого зазора плоским. Удельная магнитная проводимость воздушного зазора (2 часа).

Практическое занятие 7. Удельная магнитная проводимость воздушного зазора. (2 часа).

Лабораторная работа 7. Поле статора при удаленном роторе. Поле ротора при удаленном статоре (2 часа).

Самостоятельная работа 4. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работе № 7 (изучение методических указаний) (4 часа). Подготовка к практическому занятию № 7 (2 часа). (всего к теме №5 – 6 часов).

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

Тема 6. Прикладные пакеты для моделирования процессов в типовых электромеханических преобразователях (на примере пакета Elcut).

Лекция 8. Модули Elcut, используемые для расчета и проектирования электрических машин. (2 часа).

Лекция 9. Конечно-элементные пакеты для расчета полевых задач (2 часа).

Практическое занятие 8. Магнитостатика. Распределение магнитных полей и потоков в электрической машине с использованием анализа типа «Магнитостатика». (2 часа).

Практическое занятие 9. Решение нелинейной плоско-параллельной задачи. (2 часа).

Практическое занятие 10. Расчет поля с помощью метода конечных элементов (2 часа).

Лабораторная работа 8. Описание геометрии области. (2 часа).

Лабораторная работа 9. Расстановка меток блоков, сторон и вершин в исследуемой области. (2 часа).

Лабораторная работа 10. Описание физических свойств материалов, задание источника и граничных (краевых) условий. (2 часа).

Самостоятельная работа 5. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работе № 8 - № 10 (изучение методических указаний) (4 часа). Подготовка к практическим занятиям № 8 - № 10 (6 часов). (всего к теме №6 – 10 часов).

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

Тема 7. Моделирование в пакете Elcut бесщеточного двигателя постоянного тока с постоянными магнитами и трехфазной коммутируемой обмоткой на статоре.

Лекция 10. Уравнения электромагнитного поля. Использование методов расчета полей в электромеханических системах. Метод конечных элементов (2 часа).

Самостоятельная работа 6. Изучение по http://elcut.ru/app_elmach_r.htm возможностей и способов практического моделирования полей в программе Elcut (дополнение к теме 7).

Самостоятельная работа студентов состоит в подготовке к практическим занятиям, лабораторным занятиям, выполнении расчетно-графической работы, а также в подготовке к экзамену по курсу.

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 и лабораторным работам, выполнении расчетно-графической работы (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: ОПК-1, ОПК-2.

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 ОПК-1 «способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий» преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в отчетах студента по лабораторным работам. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – устных опросах, защитах лабораторных работ.

Принимается во внимание **знания** обучающимися:

- области применения и основных возможностей решения задач электромеханики при помощи компьютерных технологий;

наличие **умения**:

- анализировать установившиеся и переходные процессы в электрических машинах с использованием компьютерных технологий;

присутствие **навыка**:

- применения компьютерных технологий при расчетах статических и динамических характеристик электрических машин.

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

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции ОПК-1 «способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий» в процессе защиты лабораторных работ, как формы текущего контроля.

На защите соответствующих лабораторных работ задается 2 вопроса из следующего примерного перечня на формулировку основных понятий для анализа процессов в электрических машинах с использованием компьютерных технологий:

1. Векторный магнитный потенциал.
2. Скалярный магнитный потенциал.
3. Функция потока.
4. Комплексная потенциальная функция
5. Метод конформного преобразования.
6. Преобразование Кристоффеля – Шварца
7. Магнитное поле в гладком линейном зазоре при униполярном распределении потенциала.
8. Магнитное поле в гладком линейном зазоре при гармоническом распределении потенциала.
9. Магнитное поле в гладком кольцевом зазоре при гармоническом распределении потенциала.
10. Магнитное поле в области паза без тока (расчет четного поля).
11. Магнитное поле в области паза с током (расчет нечетного поля).
12. Удельная магнитная проводимость воздушного зазора. Коэффициент зазора (четное поле).
13. Удельная магнитная проводимость воздушного зазора. Коэффициент зазора (нечетное поле).
14. Опишите достоинства программ для расчета магнитных полей по сравнению с аналитическими расчетами.
15. Использование методов расчета полей в электромеханических системах (на примере метода конечных элементов)

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).

Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции ОПК-2 «способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных за-

дач» преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в отчетах студента по расчетно-графическим работам. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – устных опросах, защитах расчетно-графических работ, ответах на практических занятиях.

Принимается во внимание **знания** обучающимися:

- особенностей прикладных программных пакетов для моделирования процессов в электрических машинах;

наличие **умения**:

- моделировать установившиеся и переходные процессы в электрических машинах;

присутствие **навыка**:

- использования прикладных программных пакетов для моделирования специальных режимов электрических машин.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции ОПК-2 «способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач» в процессе защиты расчетно-графической работы, как формы текущего контроля.

В процессе защиты расчетно-графической работы «Расчет стационарных магнитных полей» студенту задается 2 вопроса из следующего примерного перечня:

1. Вспомогательные функции при решении уравнений поля. Векторный магнитный потенциал.
2. Вспомогательные функции при решении уравнений поля. Скалярный магнитный потенциал.
3. Вспомогательные функции при решении уравнений поля. Функция потока.
4. Вспомогательные функции при решении уравнений поля. Комплексная потенциальная функция
5. Методы решения уравнений Лапласа. Метод конформного преобразования.
6. Методы решения уравнений Лапласа. Метод разделения переменных.
7. Методы решения уравнений Лапласа. Преобразование Кристоффеля – Шварца
8. Магнитное поле в гладком линейном зазоре при униполярном распределении потенциала.
9. Магнитное поле в гладком линейном зазоре при гармоническом распределении потенциала.
10. Магнитное поле в гладком кольцевом зазоре при гармоническом распределении потенциала.
11. Частные случаи магнитного поля в кольцевом зазоре при гармоническом распределении потенциала. Поле статора при удаленном роторе.
12. Частные случаи магнитного поля в кольцевом зазоре при гармоническом распределении потенциала. Поле ротора при удаленном статоре.
13. Удельная магнитная проводимость гладкого воздушного зазора.
14. Магнитное поле в зазоре ЭМ при его односторонней зубчатости. Основные допущения.
15. Магнитное поле в области паза без тока (расчет четного поля).
16. Магнитное поле в области паза с током (расчет нечетного поля).
17. Удельная магнитная проводимость воздушного зазора. Коэффициент зазора (четное поле).
18. Удельная магнитная проводимость воздушного зазора. Коэффициент зазора (нечетное поле).

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 ОПК-2 «способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач» 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 основные формулы, определять технологию моделирования конкретной задачи соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, в дополнение к пороговому самостоятельно находить «узкие места» в разработанных мат. моделях – соответствует продвинутому уровню; в дополнении к продвинутому способен 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 зачет экзамен, оцениваемый по принятой в НИУ «МЭИ» четырехбалльной системе: "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно".

Экзамен по дисциплине «Математические модели типовых электромеханических преобразователей» 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 8 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. Общая характеристика магнитного поля в электрической машине (ЭМ). Основные понятия.
2. Граничные условия на поверхности раздела двух сред с различными магнитными проницаемостями. Допущения, принимаемые при решении задач.
3. Вспомогательные функции при решении уравнений поля. Векторный магнитный потенциал.
4. Вспомогательные функции при решении уравнений поля. Скалярный магнитный потенциал.
5. Вспомогательные функции при решении уравнений поля. Функция потока.
6. Вспомогательные функции при решении уравнений поля. Комплексная потенциальная функция
7. Методы решения уравнений Лапласа. Метод конформного преобразования.
8. Методы решения уравнений Лапласа. Метод разделения переменных.
9. Методы решения уравнений Лапласа. Преобразование Кристоффеля – Шварца
10. Магнитное поле в гладком линейном зазоре при униполярном распределении потенциала.
11. Магнитное поле в гладком линейном зазоре при гармоническом распределении потенциала.
12. Магнитное поле в гладком кольцевом зазоре при гармоническом распределении потенциала.
13. Частные случаи магнитного поля в кольцевом зазоре при гармоническом распределении потенциала. Поле статора при удаленном роторе.
14. Частные случаи магнитного поля в кольцевом зазоре при гармоническом распределении потенциала. Поле ротора при удаленном статоре.
15. Удельная магнитная проводимость гладкого воздушного зазора.
16. Магнитное поле в зазоре ЭМ при его односторонней зубчатости. Основные допущения.
17. Магнитное поле в области паза без тока (расчет четного поля).
18. Магнитное поле в области паза с током (расчет нечетного поля).
19. Уравнения электромагнитного поля.
20. Использование методов расчета полей в электромеханических системах.
21. Метод конечных элементов (МКЭ).
22. Пример расчета поля с помощью МКЭ.

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

В экзаменационном билете студента – два вопроса по лекционному материалу.

1. Общая характеристика магнитного поля в электрической машине (ЭМ). Основные понятия.
2. Граничные условия на поверхности раздела двух сред с различными магнитными проницаемостями. Допущения, принимаемые при решении задач.
3. Вспомогательные функции при решении уравнений поля. Векторный магнитный потенциал.
4. Вспомогательные функции при решении уравнений поля. Скалярный магнитный потенциал.
5. Вспомогательные функции при решении уравнений поля. Функция потока.
6. Вспомогательные функции при решении уравнений поля. Комплексная потенциальная функция
7. Методы решения уравнений Лапласа. Метод конформного преобразования.
8. Методы решения уравнений Лапласа. Метод разделения переменных.
9. Методы решения уравнений Лапласа. Преобразование Кристоффеля – Шварца
10. Магнитное поле в гладком линейном зазоре при униполярном распределении потенциала.
11. Магнитное поле в гладком линейном зазоре при гармоническом распределении потенциала.
12. Магнитное поле в гладком кольцевом зазоре при гармоническом распределении потенциала.
13. Частные случаи магнитного поля в кольцевом зазоре при гармоническом распределении потенциала. Поле статора при удаленном роторе.
14. Частные случаи магнитного поля в кольцевом зазоре при гармоническом распределении потенциала. Поле ротора при удаленном статоре.
15. Удельная магнитная проводимость гладкого воздушного зазора.
16. Магнитное поле в зазоре ЭМ при его односторонней зубчатости. Основные допущения.
17. Магнитное поле в области паза без тока (расчет четного поля).
18. Магнитное поле в области паза с током (расчет нечетного поля).
19. Удельная магнитная проводимость воздушного зазора. Коэффициент зазора (четное поле).
20. Удельная магнитная проводимость воздушного зазора. Коэффициент зазора (нечетное поле).
21. Основные принципы работы пакета Elcut.
22. Создание описания новой задачи в пакете Elcut.
23. Создание геометрии модели в пакете Elcut.
24. Задание физических параметров в пакете Elcut.
25. Решение задачи и анализ результатов расчета поля в пакете Elcut.
26. Вывод результатов расчета поля в пакете Elcut.

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 рекомендациях по изучению курса «Математические модели типовых электромеханических преобразователей», в которые входят методические рекомендации к выполнению и защите лабораторных работ, по выполнению расчетно-графической работы и заданий на самостоятельную работу. (см. Приложение к РПД).

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

а) основная литература

1. Встовский, В.Л. Электрические машины / В.Л. Встовский ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2013. - 464 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн.. - ISBN 978-5-7638-2518-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=363964>
2. Аполлонский, С.М. Расчеты электромагнитных полей / С.М. Аполлонский, А.Н. Горский. - М. : Маршрут, 2006. - 992 с. - ISBN 5-89035-379-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=227243>

б) дополнительная литература

1. Заводьянская Е.А. Расчет стационарных магнитных полей. Методические указания к расчетному заданию по курсу «Электромагнитные расчеты». - Смоленск: филиал МЭИ в г. Смоленске, 2007.- 16 с.

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

<http://elektr-motory.ru/index.php?action=full&id=218> Моделирование электромеханических систем.
http://elcut.ru/app_elmach_r.htm возможностей и способов практического моделирования полей в программе Elcut.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина предусматривает лекции один раз в неделю, практические занятия один раз в неделю и десять двухчасовых лабораторных работ, включая время 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 объем 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 объем 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 несколько типовых 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, 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 в программных пакетах MathCad, Elcut.

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
канд.техн.наук, доцент



Е.А. Заводянская

Зав. кафедрой ЭМС
канд.техн.наук, доцент



В.В. Рожков

Программа одобрена на заседании кафедры ЭМС от 12.10.2015 года, протокол № 3.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ									
Но мер из- ме- не- ния	Номера страниц				Все- го стра- ниц в до- ку- мен- те	Наименование и № документа, вводящего изменения	Подпись, Ф.И.О. внесшего изме- нения в данный экземпляр	Дата внесения изменения в данный эк- земпляр	Дата введения измене- ния
	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