

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

(наименование лисциплины

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 к проектно-конструкторской 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.

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 общекультурных компетенций:

- ПК-3 «способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования»;
- ПК-4 «способность проводить обоснование проектных решений»

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- отечественный и зарубежный опыт проектирования электрических машин (ЭМ) (ПК-3);
- конструкции различных видов ЭМ (ПК-3);
- графическое отображение различных видов ЭМ (ПК-3);
- методику расчета элементов ЭМ на механическую прочность (ПК-3);
- режимы работы ЭМ, способы повышения их энергоэффективности и требуемый для этих целей материальный ресурс (ПК-3);
- состав технологических узлов ЭМ и способ их расчета (ПК-3);
- мероприятия по обеспечению экологической безопасности проектируемых ЭМ (ПК-3);
- правила техники безопасности, пожарной безопасности и нормы охраны труда для использования их в проектной деятельности (ПК-3);
 - правила формирования законченных решений и полученных результатов при проектировании ЭМ (ПК-4);
 - основные критерии для обоснования технических решений при проектировании ЭМ (ПК-4);
 - основные технические средства для оценки параметров ЭМ (ПК-4).

Уметь:

- проектировать ЭМ с использованием современных информационных технологий при проектирования ЭМ (ПК-3);
- графически отображать ЭМ различного вида (ПК-3);
- проводить механические расчеты элементов ЭМ (ПК-3);
- рассчитывать различные режимы работы ЭМ (ПК-3);
- разрабатывать технологические узлы ЭМ (ПК-3);
- использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации ЭМ (ПК-3);
- оценивать экологическую безопасность проектируемых ЭМ (ПК-3);
- использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда при проектировании ЭМ (ПК-3)



- формировать законченное представление о принятых решениях и полученных результатах в виде отчета (ПК-4);
- обосновывать принятие конкретного технического решения при проектировании ЭМ (ПК-4).

Владеть опытом:

- проектирования ЭМ с использованием компьютерной техники при проектировании (ПК-3);
- разработки конструкций основных видов ЭМ (ПК-3);
- графического отображения различных видов ЭМ (ПК-3);
- оценки механической прочности элементов ЭМ (ПК-3);
- обоснования принятия конкретного технического решения при проектировании ЭМ (ПК-4);
- публичных защит проектов (ПК-4).

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к вариативной части обязательных дисциплин В.ОД.8 студента цикла Б1 образовательной программы подготовки бакалавров по профилю «Электромеханика» направления «Электроэнергетика и электротехника».

В соответствии с учебным планом по направлению «Электроэнергетика и электротехника» дисциплина «Проектирование электрических машин» базируется на следующих дисциплинах:

Б1.Б.9 «Экология».

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

Б2.П.3 «Преддипломная практика»;

Б3 «Государственная итоговая аттестация».

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	Семестр
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.В.ОД.8	
Часов (всего) по учебному плану:	216	6,7 семестр
Трудоемкость в зачетных единицах (ЗЕТ)	6	6,7 семестр
Лекции (ЗЕТ, часов)	0.5,18 0.5,18	6,7 семестр
Практические занятия (ЗЕТ, часов)	0.5,18 0.5,18	6,7 семестр
Курсовые проекты (ЗЕТ, часов)	0.5,18	7 семестр
Объем самостоятельной работы	1,36 1.5,54	6,7 семестр
по учебному плану (ЗЕТ, часов всего)		
Зачет (ЗЕТ, часов) (в объеме СРС)	0.5,18	6 семестр
Экзамен (ЗЕТ, часов)	1, 36	7 семестр

Самостоятельная работа студентов

Вид работ	Трудоёмкость, ЗЕТ, час
Изучение материалов лекций (лк)	0.5,18



Подготовка к практическим занятиям (пз)	1, 36
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы (лаб)	-
Выполнение расчетно-графической работы (реферата)	-
Выполнение курсового проекта (работы)	0.5,18
Самостоятельное изучение дополнительных материалов	-
дисциплины (СРС)	
Подготовка к контрольным работам	-
Подготовка к тестированию	-
Подготовка к зачету	0.5,18
Bcero:	2.5, 90

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

№ π/π	Темы дисциплины	Всего часов на тему	Виды учебной занятий, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость (в часах)					
			ЛК	пр	лаб	Кп	CPC	в т.ч. интеракт.
1	2	5	6	7	8	9		
1	Тема 1. Общие вопросы проектирова- ния электрических машин				3			
2	Тема 2. Конструктивные схемы электрических машин переменного тока	20	8	4			8	
3	Тема 3. Проектирование асинхронных двигателей	47	10	16			21	10
4	Тема 4. Проектирование синхронных машин	50	12	16			22	10
5	Зачет (6 семестр)						18	
6	Курсовое проектирование (7 семестр)	36				18	18	
	всего 216 часов по видам учебных занятий							
	(включая 3 на подготовку к экзамену в 7 се	36	36	-	18	90	20	

Содержание по видам учебных занятий

Тема 1. Общие вопросы проектирования электрических машин

Лекция 1. Основные тенденции в развитии электромашиностроения. Номинальные напряжения. Шкала мощностей. Высоты оси вращения, частоты вращения. Установочные и присоединительные размеры (2 часа).

Лекция 2. Степень защиты ЭМ. Способы охлаждения. Исполнение ЭМ по способу монтажа. Стадии разработки ЭМ (2 часа).

Лекция 3. Определение основных размеров ЭМ (2 часа).

Самостоятельная работа 1. Подготовка к лекционным занятиям (3 часа).

Текущий контроль – устный опрос и диалоговый режим работы при чтении лекции.

Тема 2. Конструктивные схемы электрических машин переменного тока



Лекция 4. Сердечники статоров ЭМ переменного тока (2 часа).

Лекция 5. Сердечники роторов ЭМ переменного тока (2 часа).

Лекция 6. Обмотки ЭМ переменного тока (2 часа).

Лекция 7. Вал ЭМ. Расчет вала на жесткость и прочность (2 часа).

Практическое занятие 1. Схемы обмоток ЭМ переменного тока (2 часа).

Практическое занятие 2. Расчет вала ЭМ на жесткость и прочность (2 часа).

Самостоятельная работа 2. Подготовка к практическим занятиям № 1 - № 2 (4 часа). Подготовка к лекционным занятиям № 4 - № 7 (4 часа), (всего к теме №2 – 8 часов).

Текущий контроль – устный опрос при проведении практических занятий.

Тема 3. Проектирование асинхронных двигателей

Лекция 8. Главные размеры асинхронной машины. Особенности их определения. Ограничения (2 часа).

Лекция 9. Расчет магнитной системы асинхронной машины. Ограничения, используемые при расчете (2 часа).

Лекция 10. Потери в асинхронной машине, их расчет, определение КПД (2 часа).

Лекция 11. Тепловой расчет электрических машин. Определение допустимых превышений температур. Вентиляционный расчет(2 часа).

Лекция 12. Механические расчеты основных деталей и узлов электрических машин (2 часа).

Практическое занятие 3. Расчет главных размеров асинхронной машины. Рекомендации и ограничения при их расчете (2 часа).

Практическое занятие 4. Расчет роторной обмотки при короткозамкнутом роторе (2 часа).

Практическое занятие 5. Расчет магнитной системы и намагничивающего тока асинхронного двигателя (2 часа).

Практическое занятие 6. Расчет параметров схемы замещения асинхронного двигателя (2 часа).

Практическое занятие 7. Расчет рабочих характеристик, оценка технических параметров номинального режима работы (2 часа).

Практическое занятие 8. Расчет пусковых характеристик асинхронного двигателя (2 часа).

Практическое занятие 9. Оценка теплового режима работы асинхронного двигателя (2 часа).

Практическое занятие 10. Механические расчеты, выбор подшипников, разработка конструкции двигателя (2 часа).

Самостоятельная работа 3. Подготовка к практическим занятиям № 3-№10 (16 часов).

Подготовка к лекционным занятиям № 8-№12 (5 часов), (всего к теме №3 – 21 час).

Текущий контроль – устный опрос при проведении практических занятий.

Тема 4. Проектирование синхронных машин

Лекция 13. Определение главных размеров синхронных машин. Ограничения при их выборе (2 часа).

Лекция 14. Расчет магнитной системы СМ. Ограничения при выборе параметров магнитной цепи (2 часа).

Лекция 15. Расчет обмотки возбуждения при явнополюсном и неявнополюсном индукторе (2 часа).

Лекция 16. Расчет характеристик синхронной машины. Определение энергетических показателей (2 часа).

Лекция 17. Расчет демпферной обмотки и пусковых характеристик синхронного двигателя (2 часа).

Лекция 18. Тепловой расчет синхронной машины. Оценка теплового режима работы (2 часа).



Практическое занятие 11. Расчет главных размеров синхронной машины. Ограничения и рекомендации при их расчете (2часа).

Практическое занятие 12. Расчет обмотки возбуждения с учетом конструкции индуктора (2 часа).

Практическое занятие 13. Расчет магнитной системы синхронной машины (2 часа).

Практическое занятие 14. Расчет параметров векторной диаграммы синхронной машины с учетом конструкции индуктора (2 часа).

Практическое занятие 15. Расчет угловой характеристики синхронной машины (2 часа).

Практическое занятие 16. Оценка теплового режима работы синхронной машины. Вентиляционный расчет (2 часа).

Практическое занятие 17. Механические расчеты, выбор подшипников (2 часа).

Практическое занятие 18. Разработка конструкции синхронного двигателя (2 часа).

Самостоятельная работа 4. Подготовка к практическим занятиям № 11-№18 (16часов).

Подготовка к лекционным занятиям № 13-№18 (6 часов), (всего к теме №4 -22 часа).

Текущий контроль – устный опрос при проведении практических занятий.

Практические занятия в количестве 20 часов проводятся в интерактивной форме.

Курсовой проект

Темой курсового проекта является проектирование синхронного двигателя.

В задании указываются основные технические данные электродвигателя и область его применения. В расчетной части проекта необходимо определить основные размеры двигателя, провести электромагнитный расчет, определить основные параметры и характеристики, оценить тепловое состояние и выполнить механические расчеты элементов двигателя.

В графической части проекта необходимо представить общий вид электродвигателя со спецификацией, несколько деталей (например, лист статора, полюса и др.) и один из узлов двигателя.

Промежуточная аттестация по дисциплине: зачет с оценкой в 6-м семестре, экзамен в 7-м семестре.

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

Текущая СРС, направленная на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений, включает:

- работу с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуальному или групповому заданию;
- опережающую самостоятельную работу;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовку к лекционным и практическим занятиям;
- подготовку к контрольным работам, зачету и экзамену.

Для обеспечения самостоятельной работы разработаны:

демонстрационные слайды лекций по дисциплине,

методические указания по самостоятельной работе при подготовке к практическим занятиям, выполнению курсового проекта (см. Приложение к РПД).

При выполнении самостоятельной работы студенты имеют возможность пользоваться специализированными источниками, приведенными в разделах 7-8 и Internet-ресурсами.



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-3, ПК-4 табл. 6.1.

Таблица 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Ко	д и наименование компетенции	Этапы формирования			
ПК-3	- способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	 Работа на учебных занятиях (лекции, практические занятия), (темы 1-4). Самостоятельная работа (домашние задания, участие в дискуссиях) Выполнение курсового проекта 			
ПК-4	- способность проводить обоснование проектных решений	 Работа на учебных занятиях (лекции, практические занятия), (темы 1-4). Самостоятельная работа (домашние задания, участие в дискуссиях) Защита курсового проекта 			

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, самостоятельная работа студентов, выполнение и защита курсового проекта).
- 3. Закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями, в ходе решения конкретных технических задач на практических занятиях, успешной защитой курсового проекта в 7 семестре, сдачи зачета в 6 семестре и экзамена в 7 семестре.



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 компетенций ПК-3, ПК-4 преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных студентом на практических занятиях, при выполнении и защите курсового проекта. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – устных опросах и ответах на практических занятиях.

Принимается во внимание знания обучающимися:

- отечественного и зарубежного опыт проектирования электрических машин (ЭМ) (ПК-3);
- конструкций различных видов ЭМ (ПК-3);
- графического отображения различных видов ЭМ (ПК-3);
- методики расчета элементов ЭМ на механическую прочность (ПК-3):
- режимов работы ЭМ, способов повышения их энергоэффективности и требуемого для этих целей материального ресурс (ПК-3);
- состава технологических узлов ЭМ и способ их расчета (ПК-3);
- мероприятий по обеспечению экологической безопасности проектируемых ЭМ (ПК-3);
- правил техники безопасности, пожарной безопасности и норм охраны труда для использования их в проектной деятельности (ПК-3);
- правил формирования законченных решений и полученных результатов при проектировании ЭМ (ПК-4);
- основных критериев для обоснования технических решений при проектировании ЭМ (ПК-4);
- основных технических средств для оценки параметров ЭМ (ПК-4).

наличие умения:

- проектировать ЭМ с использованием современных информационных технологий при проектирования ЭМ (ПК-3);
 - графически отображать ЭМ различного вида (ПК-3);
 - проводить механические расчеты элементов ЭМ (ПК-3);
 - рассчитывать различные режимы работы ЭМ (ПК-3);
 - разрабатывать технологические узлы ЭМ (ПК-3);
- использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации ЭМ (ПК-3);



- оценивать экологическую безопасность проектируемых ЭМ (ПК-3);
- использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда при проектировании ЭМ (ПК-3)
- формировать законченное представление о принятых решениях и полученных результатах в виде отчета (ПК-4);
- обосновывать принятие конкретного технического решения при проектировании ЭМ (ПК-4).

присутствие навыка:

- проектирования ЭМ с использованием компьютерной техники при проектировании (ПК-3);
 - разработки конструкций основных видов ЭМ (ПК-3);
 - графического отображения различных видов ЭМ (ПК-3);
 - оценки механической прочности элементов ЭМ (ПК-3);
- обоснования принятия конкретного технического решения при проектировании ЭМ (ПК-4);
 - публичных защит проектов (ПК-4).

Критерии оценивания уровня сформированности компетенций ПК-3, ПК-4 в процессе 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.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции ПК-3, ПК-4 на практических занятиях и защите курсового проекта.

Способность называть при устном ответе последовательность проведения проектных расчетов ЭМ, строить характеристики и оценивать тепловое состояние ЭМ, самостоятельно выполнить курсовой проект соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, в дополнение к пороговому самостоятельно оценивать проектный расчет и критически анализировать полученные результаты — соответствует продвинутому уровню; в дополнении к продвинутому способность ставить и решать задачи по улучшению параметров и характеристик ЭМ — 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» четырех балльной системе: "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно".

Экзамен по дисциплине «Проектирование электрических машин» 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 задания.

Оценки «хорошо» заслуживает студент, обнаруживший полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющий предусмотренные задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический ха-



рактер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, правильно выполнившему практические задания, но допустившему при этом непринципиальные 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, знакомым 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 зачета отказался его сдавать или нарушил правила сдачи зачета (списывал, подсказывал, обманом пытался получить более высокую оценку и т.д.).

В зачетную книжку студента вносятся оценки зачета в 6-м семестре, экзамена в 7-м семестре, в приложение к диплому выносится оценка экзамена по дисциплине за 7 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. Термины и определения. Стандартизация в электромашиностроении.
- 2. Основные формы исполнения и конструктивные схемы электрических машин:
- классификация по степени защиты, по способу монтажа, по климатическому исполнению.
- 3. Требования, предъявляемые к электрическим машинам (ЭМ).
- 4. Материалы, применяемые в электромашиностроении.
- 5. Главные размеры электрических машин. Связь их с основными характеристиками.
- 6. Влияния различных величин на "машинную постоянную" и коэффициент использования ЭМ.
- 7. Соотношения для геометрически подобных машин.
- 8. Особенности проектирования единичной машины и серии машин.
- 9. Габаритные и установочные размеры единой серии электрических машин.
- 10. Краткая характеристика современных серий асинхронных двигателей.
- 11. Якорные обмотки машин переменного тока:
 - а) основные характеристики обмоток;
 - б) выполнение обмоток статоров и роторов;
 - в) изоляция обмоток, коэффициент заполнения паза.
- 12. Расчет обмоток и зубцовой зоны статора машины переменного тока:
 - а) при полузакрытых трапецеидальных пазах;



- б) при открытых прямоугольных пазах.
- 13. Определение величины зазора в асинхронных машинах.
- 14. Расчет магнитной цепи асинхронной машины: МДС зазора, зубцов, ярм статора и ротора.
- 15. Определение параметров обмоток статора и ротора.
- 16. Расчет потерь и КПД асинхронной машины.
- 17. Расчет коэффициента мощности асинхронного двигателя (АД).
- 18. Особенности расчета пусковых характеристик АД.
- 19. Особенности конструкции асинхронного короткозамкнутого двигателя.
- 20. Модификации и специализированные исполнения АД.
- 21. Зазор в асинхронных машинах и влияние его на технико-экономические показатели.
- 22. Виды и классификация синхронных машин (СМ). Основные требования, предъявляемые к СМ. Типовые конструкции современных СМ.
- 23. Стандартизация при производстве СМ. Шкалы мощностей, напряжений, частот вращения, увязка их с установочно-присоединительными размерами.
- Конструктивные формы исполнения СМ по степени защиты, способу охлаждения и способу 4. монтажа. Климатические исполнения и категории размещения электротехнических
- монтажа. Климатические исполнения и категории размещения электротехнических устройств.
- 25. Схема расчета магнитной цепи синхронной машины при холостом ходе. Разделение магнитной цепи на участки. Определение намагничивающей силы при холостом ходе.
- 26. Расчет индуктивных сопротивлений рассеяния обмотки статора СМ.
- 27. Расчет магнитной цепи синхронного двигателя при номинальной нагрузке. Определение намагничивающей силы при номинальной нагрузке.
- 28. Расчет тока и напряжения возбуждения СМ.
- 29. Расчет потерь и КПД синхронной машины.
- 30. Тепловентиляционная подсистема электрической машины (ЭМ). Потери и нагревание ЭМ.
- 31. Задачи и методы теплового расчета. Тепловой расчет с помощью тепловых схем замещения.
- 32. Метод эквивалентных греющих потерь. Упрощенные методы теплового расчета.
- 33. Расчет установившегося нагрева электрической машины:
- 34. а) температурный перепад по толщине изоляции;
- 35. б) теплопередача с поверхности машины.
- 36. Вентиляционный расчет электрических машин:
 - классификация электрических машин по системам вентиляции;
 - задачи вентиляционного расчета;
 - определение расхода охлаждающей среды;
 - определение необходимого напора;
 - порядок расчета вентиляции.
- 37. Роторы синхронных машин, их конструкция, расчет крепления.
- 38. Расчет пазовых клиньев и бандажей.
- 39. Контактные кольца. Устройство, особенности их расчета.
- 40. Подшипники качения и их расчет.
- 41. Подшипники скольжения и их расчет.
- 42. Подпятники. Назначение, устройство, применяемые материалы.
- 43. Станины электрических машин переменного тока.
- 44. Подшипниковые щиты.
- 45. Конструкция токосъемных устройств в электрических машин:
 - марки щетки используемы для токосъема;
 - щеткодержатели;
 - щеточные пальцы и траверсы.
- 46. Модификации серийных синхронных двигателей.



47. Особенности теплового и вентиляционного расчетов синхронных машин.

Вопросы по приобретению и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной

(примеры вопросов к практическим занятиям)

- 1. Какова последовательность проектного расчета ЭМ?
- 2. Нарисовать магнитную цепь конкретной ЭМ, проанализировать значения МДС на каждом участке.
- 3. Нарисовать схему замещения магнитной цепи ЭМ.
- 4. Нарисовать схему замещения АД, как определить параметры схемы замещения.
- 5. Последовательность расчета рабочих характеристик электродвигателя.
- 6. Последовательность расчета пусковых характеристик электродвигателя.
- 7. Нарисовать тепловую схему замещения АД.
- 8. Каковы способы крепления полюсов СМ?
- 9. Изобразить схему-развертку обмотки статора машины переменного тока.
- 10. Какова последовательность расчета вала ЭМ на прочность и жесткость?

Вопросы по закреплению теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями (вопросы к зачету в 6 семестре)

Первый вопрос в зачетном билете студента в 6 семестре – вопрос по лекционном материалу (вопр.1-21). Второй вопрос – задача на темы, близкие к разбираемым на практических занятиях (вопр.1-10).

Примеры зачетных билетов:

Вариант 1.

- 1. Материалы, применяемые для изготовления активной части АД.
- 2. Нарисовать схему-развертку двухслойной обмотки статора АД со следующими данными: $Z=24,\ 2p=4,\ m=3.$

Вариант 2.

- 1. Определение величины зазора в АМ.
- 2. Нарисовать магнитную цепь и ее схему замещения для 4-х полюсной асинхронной машины.

Вопросы по закреплению теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями (вопросы к экзамену в 7 семестре)

Первый вопрос в экзаменационном билете студента в 7 семестре — вопрос по лекционном материалу (вопр.22-47). Второй вопрос — задача на темы, близкие к разбираемым на практических занятиях (вопр.1-10 относящиеся к СМ).

Примеры экзаменационных билетов:

Билет 1.

1. Виды и классификация СМ.

Выбрать необходимое количество и диаметр стержней пусковой обмотки СД, если известны следующие данные:

 t_1 = t_2 =27,5мм; A_1 =497A/мм²; j_1 =4A/ мм²; полюсное деление - 247,3мм; ширина полюсного наконечника 173мм

Билет 2.

- 1. Определение величины зазора в СМ.
- 2. Нарисовать магнитную цепь и ее схему замещения для 6-и полюсной синхронной машины.



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 «Проектирование электрических машин», в которые входят методические рекомендации к выполнению и защите курсового проекта, практическим занятиям и заданий на самостоятельную работу (приложение к настоящей РПД).

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

а) основная литература

- 1. Проектирование электрических машин : Учеб. для вузов / Копылов И.П. и др. 4-е изд. перераб. и доп. М.: Высш. школа, 2011. (и предыдущие издания).
 - 2. Гольдберг О.Д. Проектирование электрических машин: Учеб. для вузов / О.Д. Гольдберг, И.С. Свиреденко. 3-е изд., перераб. М.: Высш. школа, 2006.
 - 3. Встовский, В.Л. Электрические машины : учебное пособие / 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

б) дополнительная литература

- 1. Бояринов Г.И. Проектирование модификаций асинхронных двигателей: Учеб. пособие. М.: Изд. МЭИ, 2003.
- 2. Асинхронные двигатели: методические указания к курсовому проекту и квалификационным работам / СФМЭИ; Д.И.Баловнев, Г.И.Бояринов. Смоленск: СФМЭИ, 2006. 39 с.
- 3. Электротехнический справочник: Т.2. Электротехнические изделия и устройства / Под ред. В.Г. Герасимова. М.: Изд. МЭИ, 1998.

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

http://elmech.mpei.ac.ru/ - сайт кафедры Электромеханики НИУ МЭИ.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина предусматривает лекции один раз в неделю и практические занятия один раз в неделю в течение 6 и 7 семестров. Изучение курса завершается экзаменом в 7 семестре.

Успешное изучение курса требует посещения лекций, активной работы на практических занятиях, выполнения курсового проекта и 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 материа-



ле, необходимо сформулировать вопросы и обратится за помощью к преподавателю на 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 бригада студентов 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.

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 нескольку 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.

При выполнении **курсового проекта** необходимо просмотреть конспекты лекций и методические указания, рекомендованную литературу по данной теме.

Выполнение студентом курсового проекта:

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

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

расширяет объём профессионально значимых знаний, умений, навыков;

позволяет проверить правильность ранее полученных знаний;

прививает навыки самостоятельного мышления, публичного выступления;

способствует свободному оперированию терминологией;

предоставляет преподавателю возможность систематически контролировать уровень самостоятельной работы студентов.

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 выполнении курсового проекта используется САПР Компас-3D.

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).

Автор

канд. техн. наук, доцент

В П Максимкии

Зав. кафедрой ЭМС

канд. техн. наук, доцент

В.В.Рожков

Программа одобрена на заседании кафедры ЭМС от 12 октября 2015 года, протокол №03.



	ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ									
Но- мер изме мене не- ния	изме ме-	заме ме-	страни но- вых	анну нули лиро ро- ванн ых	Всего стра- ниц в доку- менте	Наименование и № документа, вводящего изменения	Подпись, Ф.И.О. внесшего изменения в данный экземпляр	Дата внесения из- менения в данный эк- земпляр	Дата введения из- менения	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	