

Кафедра электромеханики

“ ” _____ Г.

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

ФГОС введен в действие приказом №1500 от 21.11.2014 г. , дата утверждения: 11.12.2014 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная, по выбору студента

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ЭМ, протокол заседания кафедры №5 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета мехатроники и автоматизации, протокол № 6 от 21.06.2017

Программу разработал:

профессор, д.т.н. Шевченко А. Ф.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Шевченко А. Ф.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Нейман В. Ю.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ПК.1 способность планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований; в части следующих результатов обучения:
32. уметь применять современные аппаратные средства и программные продукты для решения инженерных и экономических задач
33. знать методы исследования и моделирования процессов в электромеханических преобразователях энергии
36. эксплуатационные и технические характеристики типовых электротехнических устройств и средств автоматики
Компетенция ФГОС: ПК.26 способность определять эффективные производственно-технологические режимы работы объектов электроэнергетики и электротехники; в части следующих результатов обучения:
32. знать эксплуатационные и технические характеристики типовых электротехнических устройств

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Электрические машины с постоянными магнитами</i>	
ПК.1.33 знать методы исследования и моделирования процессов в электромеханических преобразователях энергии	
1.методы расчёта магнитных цепей с постоянными магнитами	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
2.современные методы расчёта параметров и характеристик электрических машин с постоянными магнитами	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.26.32 знать эксплуатационные и технические характеристики типовых электротехнических устройств	
3.конструктивные особенности электрических машин с постоянными магнитами	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.1.36 эксплуатационные и технические характеристики типовых электротехнических устройств и средств автоматики	
4.методы построения и основные свойства дробных зубцовых обмоток	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.1.32 уметь применять современные аппаратные средства и программные продукты для решения инженерных и экономических задач	
5.делать выбор и применять современные материалы при проектировании электрических машин с постоянными магнитами	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
6.делать оценку эффективности применения в мехатронных устройствах современных машин с постоянными магнитами	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
7.применять современные прикладные программы для расчёта и моделирования установившихся и переходных режимов электрических машин с постоянными магнитами	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
8.производить электромагнитные расчёты электрических машин с постоянными магнитами с применением современных программных продуктов	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения
Семестр: 3			
Дидактическая единица: Общие сведения о постоянных магнитах			
1. Магнитные параметры и свойства основных материалов для постоянных магнитов. Аппроксимация кривой размагничивания и линий магнитного возврата. Рабочая диаграмма магнита. Особенности расчёта магнитных цепей с постоянными магнитами	0	4	1, 5, 8
Дидактическая единица: Конструкция ЭМ с постоянными магнитами			
2. Магнитные системы с цилиндрическим магнитом, со звездообразным ротором, с когтеобразным ротором, с ротором коллекторного типа, с кольцевыми и вставными магнитами. Магнитные системы и конструкции генераторов переменного тока комбинированного возбуждения. Конструкции авиационных и автотракторных генераторов с ПМ. Конструкция ЭМ с ПМ с дробными зубцовыми обмотками. Вентильные двигатели с ПМ.	0	4	1, 3, 4, 6
Дидактическая единица: Основные уравнения и параметры ЭМ с постоянными магнитами			
3. Система дифференциальных уравнений синхронных двигателей с ПМ. Параметры синхронных машин с радиальным расположением магнитов и короткозамкнутой обмоткой ротора. Параметры синхронных машин с аксиальным расположением магнитов и короткозамкнутой обмоткой ротора. Параметры СМ с ротором коллекторного типа. Переходные параметры насыщенных и ненасыщенных синхронных машин с ПМ с учётом демпфирования потока в магнитных частях магнитопровода и демпфирующих контурах в алюминиевых заливках.	0	6	2, 7
Дидактическая единица: Моделирование установившихся и переходных режимов работы ЭМ с ПМ.			
4. Синхронный режим работы двигателя с ПМ. Токи и мощности в синхронном режиме. Электромагнитный момент. Электрическая схема замещения и диаграмма токов. Особенности рабочего процесса синхронных генераторов с ПМ. Режим холостого хода и рабочая диаграмма магнита. Рабочий режим синхронных генераторов с ПМ. Графический метод построения рабочей диаграммы магнита. Электромагнитные и рабочие характеристики синхронных генераторов с постоянными магнитами. Моделирование переходных процессов синхронных машин с ПМ. Режим внезапного КЗ синхронного генератора с ПМ и размагничивающее действие поля реакции якоря. Пусковой режим синхронных двигателей с ПМ. Токи пускового режима. Электромагнитные моменты в асинхронном режиме. Вхождение в синхронизм. Влияние параметров на пусковые характеристики	0	4	2, 6, 7

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 3				
Дидактическая единица: Общие сведения о постоянных магнитах				
1. Проведение расчёта магнитной цепи с постоянными магнитами, имеющими различные характеристики	2	2	1, 5, 8	Изучение на виртуальных моделях влияния характеристик постоянных магнитов на показатели машин
Дидактическая единица: Конструкция ЭМ с постоянными магнитами				
2. Выполнение сравнительного анализа конструкций и характеристик электрических машин с ПМ с различными магнитными системами	4	4	3, 4, 6	Изучение влияния конструктивного исполнения ротора (радиальное или тангенциальное расположение) на характеристики синхронных машин
Дидактическая единица: Основные уравнения и параметры ЭМ с постоянными магнитами				
3. Особенности основных уравнений ЭМ с ПМ с различными магнитными системами. Изучение методов расчёта параметров ЭМ с ПМ с различными магнитными системами.	4	4	2, 7	Изучение методов расчёта параметров ЭМ с ПМ с различными магнитными системами с помощью виртуальных моделей.
Дидактическая единица: Моделирование установившихся и переходных режимов работы ЭМ с ПМ.				
4. Составление уравнений электрического равновесия для ЭМ с ПМ и решение их в установившихся и переходных процессах Расчёт характеристик СД с ПМ.	4	4	2, 6, 7	Исследование установившихся и переходных режимов СД с ПМ.
5. Составление уравнений электрического равновесия для ЭМ с ПМ и решение их в установившихся и переходных процессах Расчёт характеристик СГ с ПМ.	4	4	6, 7	Исследование установившихся и переходных режимов СГ с ПМ

Таблица 3.3

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 3				
Дидактическая единица: Общие сведения о постоянных магнитах				
1. Изучение методов расчёта магнитных цепей, содержащих постоянные магниты	2	2	1, 5, 8	Изучение методов расчёта магнитных цепей, содержащих постоянные магниты
Дидактическая единица: Конструкция ЭМ с постоянными магнитами				

2. Выполнение сравнительного анализа конструкций и характеристик электрических машин с ПМ с различными магнитными системами	2	4	3, 4	Изучение характеристик синхронных машин с радиальным и тангенциальным расположением магнитов на роторе
Дидактическая единица: Основные уравнения и параметры ЭМ с постоянными магнитами				
3. Особенности основных уравнений ЭМ с ПМ с различными магнитными системами. Изучение методов расчёта параметров ЭМ с ПМ с различными магнитными системами.	4	4	2, 7	Изучение методов расчёта параметров ЭМ с ПМ с различными магнитными системами
Дидактическая единица: Моделирование установившихся и переходных режимов работы ЭМ с ПМ.				
4. Расчёт характеристик СД с ПМ. Расчёт характеристик СГ с ПМ. Исследование переходных режимов ЭМ с ПМ.	4	8	2, 6, 7	Составление уравнений электрического равновесия для ЭМ с ПМ и решение их в установившихся и переходных процессах

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 3				
1	РГЗ	1, 3, 4, 5, 7, 8	35	3
Моделирование магнитной цепи электрической машины с ПМ графоаналитическим и численным (с использованием программы FMM 3.1) методами: Шевченко А. Ф. Электрические машины с постоянными магнитами : учебное пособие / А. Ф. Шевченко, А. Г. Приступ ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2016. - 60, [3] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000229240				
2	Подготовка к занятиям	1, 2, 4, 6, 7	20	2
Изучение материала лекций и учебно-методической литературы при подготовке к практическим и лабораторным занятиям: Шевченко А. Ф. Электрические машины с постоянными магнитами : учебное пособие / А. Ф. Шевченко, А. Г. Приступ ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2016. - 60, [3] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000229240				
3	Подготовка к аттестации	2, 3, 6	26	2
Изучение теоретического материала по конспектам лекций и учебно-методической литературе: Шевченко А. Ф. Электрические машины с постоянными магнитами : учебное пособие / А. Ф. Шевченко, А. Г. Приступ ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2016. - 60, [3] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000229240				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	Личный типовой сайт: http://em.power.nstu.ru
Консультирование	Портал НГТУ: em_nstu@em.power.nstu.ru

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм
1	Дискуссия
Краткое описание применения: Обсуждение результатов экспериментальных исследований лабораторных работ Обсуждение способов решения задач	

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 3		
<i>Лекция:</i>	5	10
<i>Лабораторная:</i>	10	20
<i>Практические занятия:</i>	5	10
<i>РГЗ:</i>	10	20
<i>Экзамен:</i>	20	40

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля	
		Защита РГЗ	Экзамен
ПК.1	32. уметь применять современные аппаратные средства и программные продукты для решения инженерных и экономических задач	+	+
	33. знать методы исследования и моделирования процессов в электромеханических преобразователях энергии	+	+
	36. эксплуатационные и технические характеристики типовых электротехнических устройств и средств автоматики	+	+
ПК.26	32. знать эксплуатационные и технические характеристики типовых электротехнических устройств	+	+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Беспалов В. Я. Электрические машины : [учебное пособие по направлению подготовки "Электротехника, электромеханика и электротехнологии"] / В. Я. Беспалов, Н. Ф. Котеленец. - Москва, 2010. - 312, [1] с. : ил., табл.
2. Инкин А. И. Специальные главы электротехники. Аналитический метод расчета индукционных систем с постоянными магнитами : учебное пособие / А. И. Инкин, А. В. Бланк, А. И. Алиферов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2013. - 114, [1] с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000184796
3. Вольдек А. И. Электрические машины. Машины переменного тока : учебник для вузов по направлению подготовки "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" и "Электроэнергетика" / А. И. Вольдек, В. В. Попов. - СПб., 2007. - 349 с. : ил. - Издательская программа 300 лучших учебников для высшей школы.
4. Вольдек А. И. Электрические машины. Введение в электромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы : учебник для вузов по направлению подготовки "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" и "Энергетика" / А. И. Вольдек, В. В. Попов. - СПб. [и др.], 2007. - 319 с. : ил. - Издательская программа 300 лучших учебников для высшей школы.

Дополнительная литература

1. Осин И. Л. Синхронные микродвигатели с постоянными магнитами / И. Л. Осин, В. П. Колесников, Ф. М. Юферов. - М., 1976. - 230, [1] с.
2. Сала А. А. Многополюсный магнитоэлектрический двигатель с дробными зубцовыми обмотками для электропривода погружных насосов : дис. ... канд. техн. наук : 05.09.01 / Салах Ахмед Абдель Максуд Селим ; науч. рук. Шевченко А. Ф.; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2012. - 186 л. : ил.
3. Балагуров В. А. Электрические машины с постоянными магнитами : [учебное пособие] / В. А. Балагуров, Ф. Ф. Галтеев, А. Н. Ларионов ; под ред. А. Н. Ларионова. - М. ;, 1964. - 479, [1] с. : ил., табл.
4. Кенио Т. Двигатели постоянного тока с постоянными магнитами / Т. Кенио, С. Нагамори ; пер. с англ. А. Ю. Черкашина. - М., 1989. - 180, [1] с. : ил.
5. Приступ А. Г. Исследование пульсаций момента синхронных магнитоэлектрических машин с дробными зубцовыми обмотками / А. Г. Приступ, Д. М. Топорков, А. Ф. Шевченко // Электротехника. - 2014. - № 12. - С. 36-40.
6. Ледовский А. Н. Электрические машины с высококоэрцитивными постоянными магнитами / А. Н. Ледовский. - М., 1985. - 167, [2] с.
7. Балагуров В. А. Электрические генераторы с постоянными магнитами / В. А. Балагуров, Ф. Ф. Галтеев. - М., 1988. - 279, [1] с. : ил.

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniy.com" : <http://znaniy.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Шевченко А. Ф. Электрические машины с постоянными магнитами : учебное пособие / А. Ф. Шевченко, А. Г. Приступ ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2016. - 60, [3] с. : ил., табл. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000229240

2. Честюнина Т. В. Исследование многополюсных синхронных магнитоэлектрических генераторов с дробными зубцовыми обмотками : дис. ... канд. техн. наук : 05.09.01 / Честюнина Татьяна Викторовна ; науч. рук. Шевченко А. Ф. ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2012. - 176 л. : ил.

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 Microsoft Windows

2 Microsoft Office

9. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Лаб.стенд "Электрич. машины(стенд. исполнение,комп.версия) ЭМ-1-С-К	Используется при выполнении лабораторных работ

Лабораторный стенд

№	Наименование	Назначение
1	Терминальный класс №14	Используется при выполнении лабораторных работ

Специальное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Лаб.стенд "Электрич. машины(стенд. исполнение,комп.версия) ЭМ-1-С-К	Используется при выполнении лабораторных работ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра электромеханики

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФМА
к.т.н., доцент М.Е. Вильбергер
“ ” _____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Электрические машины с постоянными магнитами

Образовательная программа: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, магистерская
программа: Электромеханика и мехатроника

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Электрические машины с постоянными магнитами приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ПК.1 способность планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований	з2. уметь применять современные аппаратные средства и программные продукты для решения инженерных и экономических задач	Выполнение сравнительного анализа конструкций и характеристик электрических машин с ПМ с различными магнитными системами Изучение методов расчёта магнитных цепей, содержащих постоянные магниты Магнитные параметры и свойства основных материалов для постоянных магнитов. Аппроксимация кривой размагничивания и линий магнитного возврата. Рабочая диаграмма магнита. Особенности расчёта магнитных цепей с постоянными магнитами Магнитные системы с цилиндрическим магнитом, со звездообразным ротором, с когтеобразным ротором, с ротором коллекторного типа, с кольцевыми и вставными магнитами. Магнитные системы и конструкции генераторов переменного тока комбинированного возбуждения. Конструкции авиационных и автотракторных генераторов с ПМ. Конструкция ЭМ с ПМ с дробными зубцовыми обмотками. Вентильные двигатели с ПМ. Особенности основных уравнений ЭМ с ПМ с различными магнитными системами. Изучение методов расчёта параметров ЭМ с ПМ с различными магнитными система-ми. Проведение расчёта магнитной цепи с постоянными магнитами, имеющими различные характеристики Система дифференциальных уравнений синхронных двигателей с ПМ. Параметры синхронных машин с радиальным расположением магнитов и короткозамкнутой обмоткой ротора. Параметры синхронных машин с	РГЗ, разделы.1-7..	Экзамен, вопросы.1-27..

		аксиальным расположением магнитов и короткозамкнутой обмоткой ротора. Параметры СМ с ротором коллекторного типа. Переходные параметры насыщенных и ненасыщенных синхронных машин с ПМ с учётом демпфирования потока в магнитных частях магнитопровода и демпфирующих контурах в алюминиевых заливках. Составление уравнений электрического равновесия для ЭМ с ПМ и решение их в установившихся и переходных процессах Расчёт характеристик СГ с ПМ.		
ПК.1	33. знать методы исследования и моделирования процессов в электромеханических преобразователях энергии	Изучение методов расчёта магнитных цепей, содержащих постоянные магниты Магнитные параметры и свойства основных материалов для постоянных магнитов. Аппроксимация кривой размагничивания и линий магнитного возврата. Рабочая диаграмма магнита. Особенности расчёта магнитных цепей с постоянными магнитами Проведение расчёта магнитной цепи с постоянными магнитами, имеющими различные характеристики Расчёт характеристик СД с ПМ. Расчёт характеристик СГ с ПМ. Исследование переходных режимов ЭМ с ПМ. Синхронный режим работы двигателя с ПМ. Токи и мощности в синхронном режиме. Электромагнитный момент. Электрическая схема замещения и диаграмма токов. Особенности рабочего процесса синхронных генераторов с ПМ. Режим холостого хода и рабочая диаграмма магнита. Рабочий режим синхронных генераторов с ПМ. Графический метод построения рабочей диаграммы магнита. Электромагнитные и рабочие характеристики синхронных генераторов с постоянными магнитами. Моделирование переходных процессов синхронных машин с ПМ. Режим внезапного КЗ синхронного генератора с ПМ и размагничивающее действие поля реакции якоря. Пусковой режим синхронных	РГЗ, разделы.3-7..	Экзамен, вопросы.1-27..

		двигателей с ПМ. Токи пускового режима. Электромагнитные моменты в асинхронном режиме. Вхождение в синхронизм. Влияние параметров на пусковые характеристики Система дифференциальных уравнений синхронных двигателей с ПМ. Параметры синхронных машин с радиальным расположением магнитов и короткозамкнутой обмоткой ротора. Параметры синхронных машин с аксиальным расположением магнитов и короткозамкнутой обмоткой ротора. Параметры СМ с ротором коллекторного типа. Переходные параметры насыщенных и ненасыщенных синхронных машин с ПМ с учётом демпфирования потока в магнитных частях магнитопровода и демпфирующих контурах в алюминиевых заливках.		
ПК.1	36. эксплуатационные и технические характеристики типовых электротехнических устройств и средств автоматики	Выполнение сравнительного анализа конструкций и характеристик электрических машин с ПМ с различными магнитными системами	РГЗ, разделы..1.	Экзамен, вопросы.7 - 13..
ПК.26 способность определять эффективные производственно-технологические режимы работы объектов электроэнергетики и электротехники	32. знать эксплуатационные и технические характеристики типовых электротехнических устройств	Выполнение сравнительного анализа конструкций и характеристик электрических машин с ПМ с различными магнитными системами Магнитные системы с цилиндрическим магнитом, со звездообразным ротором, с когтеобразным ротором, с ротором коллекторного типа, с кольцевыми и вставными магнитами. Магнитные системы и конструкции генераторов переменного тока комбинированного возбуждения. Конструкции авиационных и автотракторных генераторов с ПМ. Конструкция ЭМ с ПМ с дробными зубцовыми обмотками. Вентильные двигатели с ПМ.	РГЗ, разделы.1-3..	Экзамен, вопросы.7-13..

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 3 семестре - в форме письменного экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.1, ПК.26.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 3 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание

(работа) (РГЗ(Р)). Требования к выполнению РГЗ(Р), состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р).

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ПК.1, ПК.26, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

- **Ниже порогового.** Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками. Ответ на экзаменационный билет (тест) считается **неудовлетворительным**, если из четырёх вопросов дан ответ на один вопрос, а результирующая оценка составляет менее 15 баллов по 40 бальной шкале.
- **Пороговый.** Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками. Ответ засчитывается на **пороговом** уровне, если из четырёх вопросов полностью дан ответ на два вопроса, а результирующая оценка составляет 15-25 баллов по 40 бальной шкале.
- **Базовый.** Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки. Ответ засчитывается на **базовом** уровне, если из четырёх вопросов полностью дан ответ на три вопроса, а результирующая оценка составляет 25-35.. баллов по 40 бальной шкале
- **Продвинутый.** Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному. Ответ засчитывается на **продвинутом** уровне, если из четырёх вопросов полностью дан ответ на четыре вопроса, а результирующая оценка составляет 35-40.. баллов по 40 бальной шкале Экзамен считается сданным, если средняя сумма баллов по всем вопросам составляет не менее 15 баллов (по 40 балльной шкале).

Паспорт экзамена

по дисциплине «Электрические машины с постоянными магнитами», 3 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной письменной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-6, второй вопрос из диапазона вопросов 7-13, третий вопрос выбирается из диапазона вопросов 14-20, четвёртый вопрос выбирается из диапазона вопросов 21-27 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФМА

Билет № _____

к экзамену по дисциплине «Электрические машины с постоянными магнитами»

1. Магнитные материалы. Параметры постоянных магнитов.
2. Основные конструктивные особенности роторов с постоянными магнитами
3. Особенности переходных параметров синхронных машин с постоянными магнитами
4. Методы моделирования переходных процессов в электрических машинах с постоянными магнитами

Утверждаю: зав. кафедрой _____ Шевченко А.Ф.
(подпись)

(дата)

• Критерии оценки

Ответ на каждый вопрос оценивается по 10 бальной шкале. Общая оценка определяется как сумма оценок от ответов на все вопросы.

- Ответ на экзаменационный билет (тест) считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, из четырёх вопросов дан ответ на один вопрос, а результирующая оценка составляет менее 15 баллов.

- Ответ на экзаменационный билет (тест) засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает не принципиальные ошибки, из четырёх вопросов дан ответ на два вопроса, а результирующая оценка составляет 15-25 баллов
- Ответ на экзаменационный билет (тест) билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, из четырёх вопросов дан ответ на три вопроса, а результирующая оценка составляет менее 25-35 баллов
- Ответ на экзаменационный билет (тест) билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, из четырёх вопросов дан ответ на все вопросы, а результирующая оценка составляет 35-40 баллов.

2. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

3. **Вопросы к экзамену по дисциплине «Электрические машины с постоянными магнитами»**
 1. Магнитные материалы. Параметры постоянных магнитов.
 2. Сравнительная характеристика материалов постоянных магнитов.
 3. Рабочая диаграмма постоянных магнитов.
 4. Схема замещения магнитной цепи электрических машин с постоянными магнитами.
 5. Рабочая диаграмма магнита для режима холостого хода.
 6. Рабочая диаграмма магнита для режима нагрузки.
 7. Области применения электрических машин с постоянными магнитами.
 8. Конструкция электрических машин с постоянными магнитами.
 9. Особенности конструкции электрических машин с постоянными магнитами с дробными зубцовыми обмотками.
 10. Основные конструктивные особенности роторов с постоянными магнитами
 11. Магнитодвижущие силы дробных зубцовых обмоток.
 12. Условия выполнимости обмотки с $q < 1$.
 13. Конструкция роторов с радиальным и тангенциальным расположением магнитов
14. Особенности дифференциальных уравнений синхронных электрических машин с постоянными магнитами
15. Параметры электрических машин с радиальным расположением магнитов.

16. Параметры электрических машин с тангенциальным расположением магнитов
17. Особенности переходных параметров синхронных машин с постоянными магнитами.
18. Влияние короткозамкнутой обмотки ротора на параметры синхронных машин с постоянными магнитами.
19. Учёт демпфирования магнитного потока в массивном магнитопроводе.
20. Особенности рабочего процесса синхронных генераторов с постоянными магнитами.
21. Характеристики синхронных генераторов с постоянными магнитами.
22. Режим холостого хода и рабочая диаграмма и рабочая диаграмма магнита.
23. Токи, мощности, электромагнитный момент двигателя с постоянными магнитами.
24. Методы моделирования переходных процессов в электрических машинах с постоянными магнитами.
25. Вхождение в синхронизм. Влияние параметров на вхождение в синхронизм.
26. Синхронный режим работы двигателя с постоянными магнитами.
27. Моделирование вентильных двигателей с постоянными магнитами.

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Электрические машины с постоянными магнитами», 3 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты выполняют расчет электрической машины с постоянными магнитами в габаритах асинхронной машины серии 4А.

При выполнении расчетно-графического задания (работы) студенты должны углубить свои знания по теории специальных электрических машин с постоянными магнитами, ознакомиться с характеристиками современных постоянных магнитов практикой проектирования электрических машин с постоянными магнитами, научиться пользоваться рекомендуемой литературой, справочниками, каталогами, стандартами, заводскими чертежами.

В задании на проектирование указываются следующие данные:

1. тип асинхронного двигателя в габаритах которого выполняется электрическая машина с постоянными магнитами;
2. главные размеры.
3. размеры зубцово-пазовой зоны;
4. обмоточные данные двигателя
5. номинальная мощность P_n , кВт;
6. номинальное линейное напряжение U_n , В;
7. номинальная частота вращения n , об/мин;
8. коэффициент полезного действия к.п.д, о.е.;
9. коэффициент мощности;

РГЗ состоит из двух частей расчетной и графической.

Расчетная часть включает в себя следующие разделы;

1. выбор материала магнита и конструкции ротор;
2. подготовка модели для моделирования FEMM 3;
3. расчет магнитной системы;
4. расчет электромагнитного момента
5. расчёт параметров.
6. расчет характеристик двигателя.
7. проведение сравнительного анализа спроектированной электрической машины с постоянными магнитами с асинхронным двигателем.

По результатам расчета оформляется расчетно-пояснительная записка (формат А-4).

Графическая часть выполняется на листе формата А4 и содержит изображение магнитопровода в разрезе, исходная модель для расчётов в FEMM 3, результаты расчёта магнитного поля.

Исходные данные для выполнения КР приведены в литературе:

Асинхронные двигатели серии 4А : справочник / А. Э. Кравчик [и др.]. - М., 1982. - 500, с. : схемы, табл. Допускается использовать для проектирования электрической машины с постоянными магнитами данные курсовых проектов по проектированию асинхронных

двигателей, выполненных на предыдущих курсах.

Критерии оценки

Защита РГЗ производится в устной форме

Выполнение РГЗ оценивается по 15 бальной шкале.

- Работа считается **не выполненной**, если графическая и расчётная часть выполнены не полностью и с ошибками, а оценка на устной защите составляет менее 5 баллов
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если графическая и расчётная часть выполнены полностью и без ошибок, а оценка на устной защите составляет 5-8. баллов
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если графическая и расчётная часть выполнены полностью и без ошибок, а оценка на устной защите составляет 9-12 баллов
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если графическая и расчётная часть выполнены полностью и без ошибок, а оценка на устной защите составляет 13-15 баллов
-

Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ(Р) учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

2. Примерный перечень тем РГЗ(Р)

«Синхронный двигатель с постоянными магнитами в габаритах асинхронного двигателя серии 4А мощностью _____кВт.»

Исходные данные для выполнения КР берутся из курсовых проектов по проектированию асинхронных двигателей, выполненных на предыдущих курсах, а также приведены в литературе:

Асинхронные двигатели серии 4А : справочник / А. Э. Кравчик [и др.]. - М., 1982. - 500, [3] с. : схемы, табл.