

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

Кафедра электромеханики

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФМА

к.т.н. Вильбергер М. Е.

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Электрические машины систем автоматики

Образовательная программа: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль:
Электротехника, электромеханика и электротехнологии

Курс: 4, семестр : 8

Факультет мехатроники и автоматизации,

		Семестр
№	Вид деятельности	8
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	5
2	Всего часов	180
3	Всего занятий в контактной форме, час.	58
4	Лекции, час.	30
5	Практические занятия, час.	10
6	Лабораторные занятия, час.	10
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	12
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	6
10	Самостоятельная работа, час.	122
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ
12	Вид аттестации	ДЗ

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

ФГОС введен в действие приказом №955 от 03.09.2015 г. , дата утверждения: 25.09.2015 г.

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

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 13.03.02 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:

старший преподаватель, Комаров А. В.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Шевченко А. Ф.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Аносов В. Н.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.2 способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач; в части следующих результатов обучения:	
з5. знать соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия электротехнического оборудования и систем	
Компетенция ФГОС: ПК.1 способность участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике; в части следующих результатов обучения:	
з2. знать современную приборную базу для проведения испытаний	
у3. уметь проводить исследования точностных и эксплуатационных показателей информационных и силовых систем	
Компетенция ФГОС: ПК.5 готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности; в части следующих результатов обучения:	
з5. знать основы теории электромеханического преобразования энергии и основные характеристики электрических машин	
у4. уметь рассчитывать регуляторы типовых структур систем управления электроприводами	

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 систем автоматики</i>	
ПК.1.з2 знать современную приборную базу для проведения испытаний	
1.современную приборную базу для проведения испытаний электрических машин систем автоматики	Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.1.у3 уметь проводить исследования точностных и эксплуатационных показателей информационных и силовых систем	
2.проводить исследование точностных показателей информационных электрических машин систем автоматики	Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОПК.2.з5 знать соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия электротехнического оборудования и систем	
3.современные методы физического и математического моделирования электрических машин систем автоматики	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
4.об основных методах математического и физического моделирования и их основных точностных показателях и методах их оценки	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.5.з5 знать основы теории электромеханического преобразования энергии и основные характеристики электрических машин	
5.о конструктивных особенностях современных электрических машин систем автоматики	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
6.используемые для создания общепромышленных и мехатронных систем электрические машины систем автоматики, их классификацию и конкретные требования в зависимости от назначения	Лекции; Самостоятельная работа
7.основные эксплуатационные показатели различных типов электрических машин систем автоматики	Лекции; Самостоятельная работа
8.о классификации, назначении и основных требованиях к силовым, информационным и общего применения электрическим машинам систем автоматики	Лекции; Самостоятельная работа

9.о показателях надежности электрических машин систем автоматики	Лекции; Самостоятельная работа
ПК.5.y4 уметь рассчитывать регуляторы типовых структур систем управления электроприводами	
10.физико-технические эффекты	Лекции; Самостоятельная работа
11.моделирования и расчета электрических машин систем автоматики	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
12.проводить исследование эксплуатационных показателей силовых электрических машин систем автоматики различных типов	Лабораторные работы; Самостоятельная работа
13.проводить расчет характеристик электрических машин систем автоматики с учетом особенностей их эксплуатации	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
14.в области конструкционных и электротехнических материалов, применяемых в электрических машинах систем автоматики и их влияние на основные показатели: точность и надежность	Лекции; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения
Семестр: 8			
Дидактическая единица: Назначение, область применения, классификация.			
1. Назначение и области применения электрических машин автоматических устройств. Их классификация. Особенности конструкции электрических машин малой мощности и микромашин автоматических устройств.Перспективы развития микроэлектромашиностроения.	0	1	5, 8
Дидактическая единица: Основы теории.			
2. Особенности и основы теории двухфазных электрических машин (анализ симметричных и не симметричных режимов работы, включая однофазный). Магнитодвижущие силы обмоток, потокосцепления и индуктивные параметры. Прямо и обратно бегущие магнитные поля. Изображающие вектора токов, потокосцеплений и напряжений. Свойства изображающего вектора. Двухфазная ортогональная система обмоток как эквивалент многофазной системы. Приведение вращающейся системы обмоток к неподвижной ортогональной системе обмоток как на роторе, так и на статоре электрической машины. Преобразование двухфазной системы обмоток к симметричным составляющим. Электромагнитный момент и электромагнитная мощность обобщенной модели электрической машины.	0	2	11, 3, 4
Дидактическая единица: Асинхронные машины			

3. 3.1.Асинхронная двухфазная несимметричная машина. Метод симметричных составляющих для несимметричных двухфазных систем. Схемы замещения, электромагнитный момент. Условия обеспечения кругового поля в общем случае несимметрии.3.2.Особенности однофазных асинхронных двигателей. Конструктивные исполнения. Способы пуска. 3.3. Управляемые и исполнительные двигатели. Особенности конструкции (массивные и полые роторы). Методы управления. Самоход и пути его устранения. Характеристики двигателей при различных методах регулирования частоты вращения и управления. Сравнительный анализ динамических показателей двигателей различного исполнения.	0	8	10, 13, 14, 6, 7, 9
Дидактическая единица: Синхронные машины.			
4. 4.1. Общие вопросы синхронных машин. Уравнения напряжений и момент синхронной машины в неподвижных и вращающихся координатных осях. Установившийся режим синхронной машины: токи и электромагнитный момент. Асинхронный пуск синхронного двигателя. Влияние магнитной несимметрии на вид пусковой характеристики. Операторные характеристики синхронной машины по продольной и поперечной осям. 4.2. Синхронные машины с постоянными магнитами. Область приме конструкции. Современные магнитные материалы.Уравнения напряжения, электромагнитный момент. Условия вхождения в синхронизм. Гистерезисные двигатели: особенности устройства и работы. 4.3. Синхронные двигатели с электромагнитной редукцией частоты вращения (индукторные, безредукторные, с амплитудной модуляцией магнитного потока): реактивные, с аксиальным и радиальным возбуждением.Синхронные двигатели с катящимся и волновым ротором: конструктивные исполнения, области возможного применения. 2.4. Шаговые электродвигатели. Области применения. Режимы работы: частоты приемистости	0	4	10, 13, 14, 6, 7, 9
Дидактическая единица: Коллекторные машины			
5. 5.1. Силовые коллекторные машины малой мощности. Конструктивные схемы с различными системами возбуждения, в том числе с постоянными магнитами, якорей и коллекторов. Уравнения движения, рабочие и пусковые характеристики. Способы регулирования и стабилизации частоты вращения. 5.2. Универсальные и однофазные коллекторные двигатели переменного тока. Особенности устройства, пусковые и рабочие характеристики. Применение в ручном инструменте и современной бытовой технике. 5.3. Исполнительные двигатели постоянного тока. Основные требования и конструктивная реализация их. Уравнения движения в относительных единицах. Виды управления: полюсное, якорное, частотно- и широтно-импульсное.	0	4	10, 13, 14, 6, 7, 9
Дидактическая единица: Общие сведения.			
6. Классификация по применению. Основные требования к информационным электрическим машинам. Классификация погрешностей по методу В.В. Хрущева: принцип действия, конструктивные и технологические ограничения, условия эксплуатации.	0	2	10, 13, 14, 6, 7, 9
Дидактическая единица: Тахогенераторы.			

7. 7.1. Виды, области применения и классы точности. Сравнительная характеристика тахогенераторов различного типа. 7.2. Тахогенераторы постоянного тока. Конструктивные особенности, обеспечивающие стабильность выходных характеристик и снижение пульсаций выходного напряжения. Выражение выходной характеристики, погрешности принципа действия. 7.3. Асинхронные тахогенераторы (АТГ) с полым немагнитным ротором. Конструктивные схемы размещения обмоток, требования к материалам АТГ. Математическая модель АТГ в ортогональных неподвижных осях статора и ротора. Выражение выходной характеристики, погрешности принципа действия. 7.4. Синхронные тахогенераторы (СТГ). Выходная характеристика СТГ для с учетом явнополюсности магнитной системы. Причины скоростной погрешности. Измерение сверхнизких частот вращения с помощью индукторных СТГ.	0	3	10, 13, 14, 6, 7, 9
Дидактическая единица: Сельсины			
8. Классификация систем синхронной связи. Назначение сельсинов. Контактные и бесконтактные сельсины: магнесины, Свечарника и Иосифьяна, с кольцевым трансформатором, индукторные. Индикаторный, трансформаторный и дифференциальный режимы работы. Факторы влияющие на точность работы сельсинной пары.	0	3	10, 13, 14, 6, 7, 9
Дидактическая единица: Вращающиеся (поворотные) трансформаторы.			
9. Назначение. Устройство контактных, бесконтактных ВТ: двухполюсных, многополюсных и индукторных ВТ. Области применения и режимы работы. Основы теории ВТ: синусно-косинусного (СКВТ), линейного (ЛПТ), масштабного (МВТ), преобразователя координат, фазовращателя. Анализ основных погрешности ВТ по методу В. В. Хрущева. Применение ВТ в трансформаторных передачах.	0	3	10, 13, 14, 6, 7, 9

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 8				
Дидактическая единица: Асинхронные машины				
1. Исследование асинхронного исполнительного двигателя (АИД) с полым немагнитным ротором.	0	2	1, 12, 5	Знакомство с терминологией и устройством АИД с полым немагнитным ротором. Испытания двигателя при амплитудном, фазовом и амплитудно-фазовом режимах управления. Пролучение механических и регулировочных характеристик. Оценка линейности механических характеристик (ГОСТ 16264.1)
Дидактическая единица: Тахогенераторы.				

2. Исследование работы тахогенератора постоянного тока	0	2	1, 2, 5	Знакомство с терминологией и устройством тахогенератора постоянного тока (ТГП). Опытное определение характеристик ТГП . Исследование влияния нагрузки на характеристики тахогенератора.
3. Исследование асинхронного тахогенератора(АТГ) с полым немагнитным ротором.	0	2	1, 12, 5	Знакомство с терминологией и устройством АТГ с полым немагнитным ротором. Опытное определение характеристик тахогенератора.Изучение влияния величины и рода нагрузки на выходные показатели АТГ.
Дидактическая единица: Вращающиеся (поворотные) трансформаторы.				
4. Исследование поворотных трансформаторов (ВТ).	0	4	1, 12, 5	Знакомство с терминологией и устройством ВТ различного функционального назначения. Исследование ВТ в режимах СКВТи фазовращателя.

Таблица 3.3

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 8				
Дидактическая единица: Асинхронные машины				
1. Решение схем замещения АИД методом симметричных составляющих	3	4	11, 13, 3, 4	Освоение способа решения схем замещения АИД методом симметричных составляющих
2. Расчет электромагнитного момента и механических характеристик АИД	3	2	11, 13, 3, 4	Освоение методики расчета электромагнитного момента и механической характеристики АИД
3. Расчет и построение энергетической диаграммы АИД	3	2	11, 13, 3, 4	Освоение методики расчета и построения энергетической диаграммы АИД
4. Расчет и построение совмещенной векторной диаграммы напряжений и токов АИД	3	2	11, 13, 3, 4	Освоение методики расчета и построения совмещенной векторной диаграммы АИД

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 8				
1	РГЗ	11, 13, 3, 4	32	0
Расчет характеристик асинхронного исполнительного двигателя.: Асинхронные конденсаторные двигатели : методические указания к РГЗ по курсу "Электрические машины систем автоматики" по направлению 140400 "Электроэнергетика и электротехника" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. Г. Приступ]. - Новосибирск, 2014. - 14, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000202929				

2	Подготовка к занятиям	1, 10, 11, 12, 13, 14, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	45	0
: Электрические машины систем автоматики : методические указания к лабораторным работам для ФМА и ИДО направления 140600 / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. Г. Приступ, А. В. Комаров]. - Новосибирск, 2010. - 58, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000148403 Асинхронные конденсаторные двигатели : методические указания к РГЗ по курсу "Электрические машины систем автоматики" по направлению 140400 "Электроэнергетика и электротехника" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. Г. Приступ]. - Новосибирск, 2014. - 14, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000202929				
3	Подготовка к аттестации	1, 10, 11, 12, 13, 14, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	45	6
Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы : Электрические машины систем автоматики : методические указания к лабораторным работам для ФМА и ИДО направления 140600 / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. Г. Приступ, А. В. Комаров]. - Новосибирск, 2010. - 58, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000148403 Асинхронные конденсаторные двигатели : методические указания к РГЗ по курсу "Электрические машины систем автоматики" по направлению 140400 "Электроэнергетика и электротехника" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. Г. Приступ]. - Новосибирск, 2014. - 14, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000202929				

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	ЭБС
Размещение учебных материалов	ЭБС

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: 8		
<i>Лекция:</i>	7	15
<i>Лабораторная:</i>	10	20
<i>Практические занятия:</i>	7	15
<i>Контрольные работы:</i>	0	
<i>РГЗ:</i>	16	30
Контролирующие материалы - список вопросов		
<i>Зачет:</i>	10	20
Контролирующие материалы - список вопросов		

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	Зачет
ОПК.2	з5. знать соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия электротехнического оборудования и систем	+	+
ПК.1	з2. знать современную приборную базу для проведения испытаний		+
	у3. уметь проводить исследования точностных и эксплуатационных показателей информационных и силовых систем		+
ПК.5	з5. знать основы теории электромеханического преобразования энергии и основные характеристики электрических машин		+
	у4. уметь рассчитывать регуляторы типовых структур систем управления электроприводами	+	+

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

7. Литература

Основная литература

1. Электрические машины. Машины постоянного тока : учебное пособие / [А. Ф. Шевченко и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2015. - 66, [2] с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000218138
2. 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. Беспалов В. Я. Электрические машины : учебное пособие для вузов по направлению 140600 "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / В. Я. Беспалов, Н. Ф. Котеленец. - М., 2006. - 312, [1] с. : ил.

Дополнительная литература

1. Юферов Ф. М. Электрические машины автоматических устройств : Учебник для вузов. - М., 1988. - 457, [4] с. : ил.
2. Хрущев В. В. Электрические микромашины автоматических устройств. - Л., 1976. - 384 с.
3. Жуловян В. В. Электромеханическое преобразование энергии : [учебное пособие] / В. В. Жуловян. - Новосибирск, 2005. - 448 с. : ил. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2005/05_zhulovyan.pdf
4. Арменский Е. В. Электрические микромашины : Учеб. пособие для электротехн. спец. вузов. - М., 1985. - 231 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 "Znanium.com" : <http://znanium.com/>

5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Электрические машины систем автоматики : методические указания к лабораторным работам для ФМА и ИДО направления 140600 / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. Г. Приступ, А. В. Комаров]. - Новосибирск, 2010. - 58, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000148403

2. Асинхронные конденсаторные двигатели : методические указания к РГЗ по курсу "Электрические машины систем автоматики" по направлению 140400 "Электроэнергетика и электротехника" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. Г. Приступ]. - Новосибирск, 2014. - 14, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000202929

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 Windows

2 Office

9. Материально-техническое обеспечение

Лабораторный стенд

№	Наименование	Назначение
1	Лабораторный стенд	Для проведения лабораторных занятий

Комплект оборудования

№	Наименование	Назначение
1	Экран	Для проведения лекционных занятий

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 систем автоматики

Образовательная программа: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль:
Электротехника, электромеханика и электротехнологии

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Электрические машины систем автоматики 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)
ОПК.2 способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	з5. знать соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия электротехнического оборудования и систем	Особенности и основы теории двухфазных электрических машин (анализ симметричных и не симметричных режимов работы, включая однофазный). Магнитодвижущие силы обмоток, потокосцепления и индуктивные параметры. Прямо и обратно бегущие магнитные поля. Изображающие вектора токов, потокосцеплений и напряжений. Свойства изображающего вектора. Двухфазная ортогональная система обмоток как эквивалент многофазной системы. Приведение вращающейся системы обмоток к неподвижной ортогональной системе обмоток как на роторе, так и на статоре электрической машины. Преобразование двухфазной системы обмоток к симметричным составляющим. Электромагнитный момент и электромагнитная мощность обобщенной модели электрической машины. Расчет электромагнитного момента и механических характеристик АИД Решение схем замещения АИД методом симметричных составляющих	РГЗ	Зачет, вопросы: 2,3
ПК.1/НИ способность участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике	з2. знать современную приборную базу для проведения испытаний	Исследование асинхронного исполнительного двигателя (АИД) с полым немагнитным ротором. Исследование асинхронного тахогенератора(АТГ) с полым немагнитным ротором. Исследование поворотных трансформаторов (ВТ). Исследование работы тахогенератора постоянного тока		Зачет, вопросы: 3,4,5,17
ПК.1/НИ	у3. уметь проводить исследования точностных и эксплуатационных показателей	Исследование работы тахогенератора постоянного тока		Зачет, вопрос 17

	информационных и силовых систем			
ПК.5/ПТ готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности	з5. знать основы теории электромеханического преобразования энергии и основные характеристики электрических машин	Классификация по применению. Основные требования к информационным электрическим машинам. Классификация погрешностей по методу В.В. Хрущева: принцип действия, конструктивные и технологические ограничения, условия эксплуатации. Классификация систем синхронной связи. Назначение сельсинов. Контактные и бесконтактные сельсины: магнесины, Свечарника и Иосифьяна, с кольцевым трансформатором, индукторные. Индикаторный, трансформаторный и дифференциальный режимы работы. Факторы влияющие на точность работы сельсинной пары. Назначение и области применения электрических машин автоматических устройств. Их классификация. Особенности конструкции электрических машин малой мощности и микромашин автоматических устройств.Перспективы развития микроэлектромашиностроения . Назначение. Устройство контактных, бесконтактных ВТ: двухполюсных, многополюсных и индукторных ВТ. Области применения и режимы работы.Основы теории ВТ: синусно-косинусного (СКВТ), линейного (ЛПТ),масштабного (МВТ), преобразователя координат, фазовращателя. Анализ основных погрешности ВТ по методу В. В. Хрущева. Применение ВТ в трансформаторных передачах. 3.1.Асинхронная двухфазная несимметричная машина. Метод симметричных составляющих для несимметричных двухфазных систем. Схемы замещения, электромагнитный момент. Условия обеспечения кругового поля в общем случае несимметрии.3.2.Особенности однофазных асинхронных двигателей. Конструктивные		Зачет, вопросы: 1,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18

		исполнения. Способы пуска. 3.3. Управляемые и исполнительные двигатели. Особенности конструкции (массивные и полые роторы). Методы управления. Самоход и пути его устранения. Характеристики двигателей при различных методах регулирования частоты вращения и управления. Сравнительный анализ динамических показателей двигателей различного исполнения. 4.1. Общие вопросы синхронных машин. Уравнения напряжений и момент синхронной машины в неподвижных и вращающихся координатных осях. Установившийся режим синхронной машины: токи и электромагнитный момент. Асинхронный пуск синхронного двигателя. Влияние магнитной несимметрии на вид пусковой характеристики. Операторные характеристики синхронной машины по продольной и поперечной осям. 4.2. Синхронные машины с постоянными магнитами. Область применения конструкции. Современные магнитные материалы. Уравнения напряжения, электромагнитный момент. Условия вхождения в синхронизм. Гистерезисные двигатели: особенности устройства и работы. 4.3. Синхронные двигатели с электромагнитной редукцией частоты вращения (индукторные, безредукторные, с амплитудной модуляцией магнитного потока): реактивные, с аксиальным и радиальным возбуждением. Синхронные двигатели с катящимся и волновым ротором: конструктивные исполнения, области возможного применения. 2.4. Шаговые электродвигатели. Области применения. Режимы работы: частоты приемистости. 5.1. Силовые коллекторные машины малой мощности. Конструктивные схемы с различными системами возбуждения, в том числе с постоянными магнитами, якорей и коллекторов. Уравнения движения, рабочие		
--	--	--	--	--

		и пусковые характеристики. Способы регулирования и стабилизации частоты вращения. 5.2. Универсальные и однофазные коллекторные двигатели переменного тока. Особенности устройства, пусковые и рабочие характеристики. Применение в ручном инструменте и современной бытовой технике. 5.3. Исполнительные двигатели постоянного тока. Основные требования и конструктивная реализация их. Уравнения движения в относительных единицах. Виды управления: полюсное, якорное, частотно- и широтно-импульсное. 7.1. Виды, области применения и классы точности. Сравнительная характеристика тахогенераторов различного типа. 7.2. Тахогенераторы постоянного тока. Конструктивные особенности, обеспечивающие стабильность выходных характеристик и снижение пульсаций выходного напряжения. Выражение выходной характеристики, погрешности принципа действия. 7.3. Асинхронные тахогенераторы (АТГ) с полым немагнитным ротором. Конструктивные схемы размещения обмоток, требования к материалам АТГ. Математическая модель АТГ в ортогональных неподвижных осях статора и ротора. Выражение выходной характеристики, погрешности принципа действия. 7.4. Синхронные тахогенераторы (СТГ). Выходная характеристика СТГ для с учетом явнополюсности магнитной системы. Причины скоростной погрешности. Измерение сверхнизких частот вращения с помощью индукторных СТГ.		
ПК.5/ПТ	у3. уметь рассчитывать регуляторы типовых структур систем управления электроприводами	Исследование асинхронного исполнительного двигателя (АИД) с полым немагнитным ротором. Исследование асинхронного тахогенератора (АТГ) с полым немагнитным ротором. Исследование поворотных трансформаторов (ВТ). Классификация по применению. Основные требования к информационным	РГЗ	Зачет, вопросы: 1,2,3,4,5,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18

		электрическим машинам. Классификация погрешностей по методу В.В. Хрущева: принцип действия, конструктивные и технологические ограничения, условия эксплуатации. Особенности и основы теории двухфазных электрических машин (анализ симметричных и не симметричных режимов работы, включая однофазный). Магнитодвижущие силы обмоток, потокосцепления и индуктивные параметры. Прямо и обратно бегущие магнитные поля. Изображающие вектора токов, потокосцеплений и напряжений. Свойства изображающего вектора. Двухфазная ортогональная система обмоток как эквивалент многофазной системы. Приведение вращающейся системы обмоток к неподвижной ортогональной системе обмоток как на роторе, так и на статоре электрической машины. Преобразование двухфазной системы обмоток к симметричным составляющим. Электромагнитный момент и электромагнитная мощность обобщенной модели электрической машины. Расчет и построение совмещенной векторной диаграммы напряжений и токов АИД Расчет и построение энергетической диаграммы АИД Расчет электромагнитного момента и механических характеристик АИД Решение схем замещения АИД методом симметричных составляющих 3.1.Асинхронная двухфазная несимметричная машина. Метод симметричных составляющих для несимметричных двухфазных систем. Схемы замещения, электромагнитный момент. Условия обеспечения кругового поля в общем случае несимметрии. 3.2.Особенности однофазных асинхронных двигателей. Конструктивные исполнения. Способы пуска. 3.3. Управляемые и исполнительные двигатели. Особенности конструкции (массивные и полые роторы).		
--	--	---	--	--

		Методы управления. Самоход и пути его устранения. Характеристики двигателей при различных методах регулирования частоты вращения и управления. Сравнительный анализ динамических показателей двигателей различного исполнения. 4.1. Общие вопросы синхронных машин. Уравнения напряжений и момент синхронной машины в неподвижных и вращающихся координатных осях. Установившийся режим синхронной машины: токи и электромагнитный момент. Асинхронный пуск синхронного двигателя. Влияние магнитной несимметрии на вид пусковой характеристики. Операторные характеристики синхронной машины по продольной и поперечной осям. 4.2. Синхронные машины с постоянными магнитами. Область приме конструкции. Современные магнитные материалы. Уравнения напряжения, электромагнитный момент. Условия вхождения в синхронизм. Гистерезисные двигатели: особенности устройства и работы. 4.3. Синхронные двигатели с электромагнитной редукцией частоты вращения (индукторные, безредукторные, с амплитудной модуляцией магнитного потока): реактивные, с аксиальным и радиальным возбуждением. Синхронные двигатели с катящимся и волновым ротором: конструктивные исполнения, области возможного применения. 2.4. Шаговые электродвигатели. Области применения. Режимы работы: частоты приемистости 5.1. Силовые коллекторные машины малой мощности. Конструктивные схемы с различными системами возбуждения, в том числе с постоянными магнитами, якорей и коллекторов. Уравнения движения, рабочие и пусковые характеристики. Способы регулирования и стабилизации частоты вращения. 5.2. Универсальные и однофазные коллекторные		
--	--	--	--	--

		двигатели переменного тока. Особенности устройства, пусковые и рабочие характеристики. Применение в ручном инструменте и современной бытовой технике. 5.3. Исполнительные двигатели постоянного тока. Основные требования и конструктивная реализация их. Уравнения движения в относительных единицах. Виды управления: полюсное, якорное, частотно- и широтно-импульсное. 7.1. Виды, области применения и классы точности. Сравнительная характеристика тахогенераторов различного типа. 7.2. Тахогенераторы постоянного тока. Конструктивные особенности, обеспечивающие стабильность выходных характеристик и снижение пульсаций выходного напряжения. Выражение выходной характеристики, погрешности принципа действия. 7.3. Асинхронные тахогенераторы (АТГ) с полым немагнитным ротором. Конструктивные схемы размещения обмоток, требования к материалам АТГ. Математическая модель АТГ в ортогональных неподвижных осях статора и ротора. Выражение выходной характеристики, погрешности принципа действия. 7.4. Синхронные тахогенераторы (СТГ). Выходная характеристика СТГ для с учетом явнополюсности магнитной системы. Причины скоростной погрешности. Измерение сверхнизких частот вращения с помощью индукторных СТГ.		
--	--	--	--	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 8 семестре - в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.2, ПК.1/НИ, ПК.5/ПТ.

Зачет проводится в письменной форме по билетам.

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

В 8 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 ОПК.2, ПК.1/НИ, ПК.5/ПТ, 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.

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.

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.

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.

Паспорт зачета

по дисциплине «Электрические машины систем автоматики», 8 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в письменной форме по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-9, второй вопрос из диапазона вопросов 10-18 (список вопросов приведен ниже).

Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФМА

Билет № 1

к зачету по дисциплине «Электрические машины систем автоматики»

1. Классификация микромашин. Основные требования к электрическим машинам систем автоматики (требования к характеристикам и точностным показателям).
2. Гистерезисные двигатели. Устройство. Принцип работы. Основные характеристики.

Утверждаю: зав. кафедрой ЭМ _____ д.т.н., проф. Шевченко А.Ф.
(подпись) (дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на билет для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, менее 10 баллов.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, 10 баллов.
- Ответ на билет для зачета 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, 15 баллов.

- Ответ на билет для зачета 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, 20 баллов.

3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем вопросам билета составляет не менее 10 баллов (из 20 возможных).

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

4. Вопросы к зачету по дисциплине «Электрические машины систем автоматики»

- 1 Классификация микромашин. Основные требования к электрическим машинам систем автоматики (требования к характеристикам и точностным показателям).
- 2 Индукционные электрические машины. Обзор методов теоретического исследования (метод симметричных составляющих и метод двух реакций).
- 3 Асинхронные исполнительные двигатели. Конструкция. Основы теории (метод симметричных составляющих). Способы управления АИД. Характеристики АИД.
- 4 Асинхронные тахогенераторы. Конструкция. Принцип действия (метод двух реакций). Характеристики АТГ. Погрешности АТГ.
- 5 Вращающиеся трансформаторы. Конструкция. Принцип действия. Разновидности ВТ (СКВТ и ЛВТ). Погрешности ВТ. Симметрирование ВТ. Повышение точности ВТ.
- 6 Сельсины как элемент систем синхронной связи. Устройство (контактные и бесконтактные сельсины). Принцип работы (индикаторный и трансформаторный режимы).
- 7 Синхронные тахогенераторы. Разновидности и области применения.
- 8 Синхронные реактивные микродвигатели. Конструкция. Характеристики.
- 9 Синхронные двигатели с постоянными магнитами. Устройство. Способы пуска. Характеристики.
- 10 Гистерезисные двигатели. Устройство. Принцип работы. Основные характеристики.
- 11 Многополюсные двигатели с дробным q . Устройство. Принцип построения обмотки.
- 12 Двигатели с катящимся и волновым ротором. Устройство. Принцип работы.
- 13 Двигатели с электромагнитной редукцией частоты вращения. Принцип действия. Разновидности.
- 14 Шаговые двигатели. Разновидности. Устройство. Принцип работы. Основные параметры ШД. Способы управления. Режимы работы.
- 15 Пьезоэлектродвигатели. Устройство. Принцип работы.
- 16 Бесконтактные двигатели постоянного тока. Устройство. Принцип действия. Характеристики.
- 17 Тахогенераторы постоянного тока. Конструкция. Характеристики. Погрешности.
- 18 Исполнительные двигатели постоянного тока. Конструкция. Типы управления. Характеристики.

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Электрические машины систем автоматики», 8 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты должны рассчитать параметры и характеристики асинхронного конденсаторного двигателя (АКД), питающегося от однофазной сети.

При выполнении расчетно-графического задания (работы) студенты должны изучить метод симметричных составляющих и приобрести навыки его применения для анализа машин с электрической несимметрией на статоре.

Для своего варианта электродвигателя необходимо провести следующие расчеты:

1. Из условия получения кругового поля определить коэффициент трансформации и величину емкости конденсатора.
2. Рассчитать симметричные составляющие токов и полных токов, а также напряжение на конденсаторе АКД.
3. Рассчитать составляющие момента и полный момент АКД.
4. Определить потери и КПД АКД, построить энергетическую диаграмму.
5. Построить векторную диаграмму токов, совмещенную с векторной диаграммой напряжений АКД.

При сдаче РГЗ(Р) оценивается качество оформления работы, правильность расчетов и ответов на контрольные вопросы, приведенные в методических указаниях к РГЗ(Р).

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если работа слабая, уровень выполнения не отвечает основным требованиям. Проведенные расчеты показывают, что теоретическое содержание курса освоено частично, некоторые практические навыки работы не сформированы, не выполнен ряд предусмотренных заданием расчетов, либо в расчетах содержатся грубые ошибки, которые студент не может исправить самостоятельно. Оценка составляет менее 16 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если уровень выполнения расчетов отвечает большинству предъявляемых требований. Проведенные расчеты показывают, что теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки сформированы, большинство предусмотренных заданием расчетов выполнено, некоторые расчеты содержат ошибки, которые могут быть исправлены студентом самостоятельно. Оценка составляет 16 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если работа хорошая, уровень выполнения отвечает основным предъявляемым требованиям, подтверждающим, что теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические навыки получены. Все предусмотренные заданием расчеты выполнены полностью. Оценка составляет 23 балла.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если работа высокого качества, уровень выполнения отвечает всем требованиям, выполненные расчеты подтверждают,

что теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические навыки сформированы, объем расчетов полностью, корректно и качественно выполнен. Оценка составляет 30 баллов.

3. Шкала оценки

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

4. Примерный перечень тем РГЗ(Р).

Тема типового задания: «Асинхронные конденсаторные двигатели». Варианты задания содержатся в методических указаниях к РГЗ(Р) с таким же названием и приведены в рабочей программе.

Бально-рейтинговая система
Курс: «Электрические машины систем автоматики»

Для оценки достижений студентов в ходе изучения дисциплины «Электрические машины систем автоматики» применяется бально-рейтинговая система. Курс «Электрические машины систем автоматики» изучается в одном семестре.

Максимальное количество баллов за виды учебной деятельности, предусмотренные основной программой освоения дисциплины, в течение семестра составляет 80 баллов. Максимальное количество баллов, которое студент может получить на зачете, равно 20. Таким образом, максимальный балл, который может набрать студент, равен 100.

Оценка видов деятельности студентов в течение семестра

Вид деятельности студента	Порядок оценки деятельности студента в баллах	Минимальный бал	Максимальный балл
Посещение лекций (15 лекций)	Посещение каждой лекции оценивается в 1 балл.	7	15
Практические занятия (5 занятий)	Работа на каждом практическом занятии оценивается в 3 балла.	7	15
Лабораторные работы (4 занятия)	Каждая лабораторная работа оценивается в диапазоне 10÷20 баллов (8 баллов за выполнение л.р.+12 баллов за защиту л.р.; защита оценивается по 3-х уровневой шкале: «удовлетворительно»-2 балла, «хорошо»-8 балла, «отлично»-12 баллов). Итоговая оценка по лабораторным работам выводится как среднее арифметическое баллов, набранных за все проделанные работы, предусмотренные основной программой освоения дисциплины.	10	20
РГЗ	РГЗ выполняется по теме лекционного курса. Оценивается по 30 бальной системе.	16	30
Итого:		40	80

Итоговая аттестация - зачет.

К зачету допускаются только студенты, которые выполнили лабораторные работы, предусмотренные основной программой освоения дисциплины «Электрические машины систем автоматики», набрав при этом не ниже 40 баллов.

Зачет проводится в письменной форме. Билет состоит из 2-х вопросов. Каждый вопрос оценивается по десятибалльной шкале. Ответы на вопросы оцениваются по трехуровневой шкале: «удовлетворительно»-5 баллов, «хорошо»-7 баллов, «отлично»-10 баллов. Итоговая оценка выводится как сумма баллов за ответы на каждый вопрос. Максимальное количество баллов итогового зачета равно 20, минимальное-10.

Рейтинг студента

Рейтинг студента определяется как сумма баллов за работу в семестре и баллов, полученных в результате сдачи зачета. По рейтингу студента ему выставляется оценка по дисциплине «Электрические машины систем автоматики» в «буквенной» форме в соответствии с 15-уровневой шкалой оценок ECTS, а также в традиционной 4-х уровневой шкале. Итоговая оценка в двух формах проставляется в ведомость и зачетную книжку студента.

Если рейтинг студента составит $25 \div 49$ баллов, то он получает оценку FX по ECTS и «неудовлетворительно» по традиционной форме (с возможностью пересдачи), в результате такой пересдачи студент имеет право получить оценку не выше E («удовлетворительно»). Если рейтинг студента составит $0 \div 24$ балла, то он получает оценку F по ECTS и «неудовлетворительно» по традиционной шкале (без права пересдачи), в этом случае студенту предлагается изучить дисциплину повторно на платной основе.

Таблица соответствия баллов и оценок

Диапазон баллов рейтинга	Оценка ECTS	Традиционная (4-х уровневая) шкала оценки				
90 ÷ 100	A+	отлично	зачтено			
	A					
	A-					
80 ÷ 89	B+			зачтено		
	B					
	B-					
70 ÷ 79	C+	хорошо			зачтено	
	C					
	C-					
60 ÷ 69	D+	удовлетворительно				зачтено
	D					
	D-					
50 ÷ 59	E		зачтено			
25 ÷ 49	FX					
0 ÷ 24	F					
		неудовлетворительно		не зачтено		

Контролирующие материалы для аттестации студентов по дисциплине «Электрические машины систем автоматики»

- 1 Классификация микромашин. Основные требования к электрическим машинам систем автоматики (требования к характеристикам и точностным показателям).
- 2 Индукционные электрические машины. Обзор методов теоретического исследования (метод симметричных составляющих и метод двух реакций).
- 3 Асинхронные исполнительные двигатели. Конструкция. Основы теории (метод симметричных составляющих). Способы управления АИД. Характеристики АИД.
- 4 Асинхронные тахогенераторы. Конструкция. Принцип действия (метод двух реакций). Характеристики АТГ. Погрешности АТГ.
- 5 Вращающиеся трансформаторы. Конструкция. Принцип действия. Разновидности ВТ (СКВТ и ЛВТ). Погрешности ВТ. Симметрирование ВТ. Повышение точности ВТ.
- 6 Сельсины как элемент систем синхронной связи. Устройство (контактные и бесконтактные сельсины). Принцип работы (индикаторный и трансформаторный режимы).
- 7 Синхронные тахогенераторы. Разновидности и области применения.
- 8 Синхронные реактивные микродвигатели. Конструкция. Характеристики.
- 9 Синхронные двигатели с постоянными магнитами. Устройство. Способы пуска. Характеристики.
- 10 Гистерезисные двигатели. Устройство. Принцип работы. Основные характеристики.
- 11 Многополюсные двигатели с дробным p . Устройство. Принцип построения обмотки.
- 12 Двигатели с катящимся и волновым ротором. Устройство. Принцип работы.
- 13 Двигатели с электромагнитной редукцией частоты вращения. Принцип действия. Разновидности.
- 14 Шаговые двигатели. Разновидности. Устройство. Принцип работы. Основные параметры ШД. Способы управления. Режимы работы.
- 15 Пьезоэлектродвигатели. Устройство. Принцип работы.

- 16 Бесконтактные двигатели постоянного тока. Устройство.
Принцип действия. Характеристики.
- 17 Тахогенераторы постоянного тока. Конструкция.
Характеристики. Погрешности.
- 18 Исполнительные двигатели постоянного тока. Конструкция.
Типы управления. Характеристики.