

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Комарова Светлана Юрьевна

Должность: Проректор по образовательной деятельности

Дата подписания: 09.07.2025 12:39:29

Уникальный программный ключ:

43ba42f5deae4116bbfcb9ac98e3916907127e81add207cbee4148f2098d7a5

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

«Омский государственный аграрный университет имени П.А.Столыпина»

факультет Технического сервиса в АПК

ОПОП по направлению 35.03.06 – Агроинженерия

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по освоению учебной дисциплины

Б1.О.28 Электропривод и электрооборудование

Направленность (профиль) «Цифровые системы в АПК»

Внутренние эк Обеспечивающая преподавание дисциплины кафедра -

Технический сервис, механика и электротехника

Разработчик,
к.т.н, доцент

В.Д. Червенчук

Омск

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Место учебной дисциплины в подготовке	4
2. Структура учебной работы, содержание и трудоёмкость основных элементов дисциплины	10
2.1. Организационная структура, трудоёмкость и план изучения дисциплины	10
2.2. Содержание дисциплины по разделам	10
3. Общие организационные требования к учебной работе обучающегося, условия допуска к экзамену	12
3.1. Организация занятий и требования к учебной работе обучающегося	12
3.2. Условия допуска к экзамену по дисциплине	12
4. Лекционные занятия	12
5. Лабораторные занятия по дисциплине и подготовка к ним	13
6. Общие методические рекомендации по изучению отдельных разделов дисциплины	14
7. Общие методические рекомендации по оформлению и выполнению отдельных видов ВАРС	20
7.1. Рекомендации по написанию рефератов	20
7.1.1. Шкала и критерии оценивания реферата	22
7.2. Выполнение и сдача расчетно-графической работы (РГР) по теме «Выбор электродвигателя для рабочей машины с заданным режимом работы»	22
7.2.1. Информационно-методическое обеспечение процесса выполнения РГР	24
7.2.2. Шкала и критерии оценивания РГР	24
7.3. Рекомендации по самостоятельному изучению тем	24
7.3.1. Шкала и критерии оценивания самостоятельного изучения темы	27
8. Входной контроль и текущий (внутрисеместровый) контроль хода и результатов учебной работы обучающегося	27
8.1. Вопросы для входного контроля	27
8.2. Текущий контроль успеваемости	28
8.2.1. Шкала и критерии оценивания самоподготовки по темам лабораторных занятий	30
9. Промежуточная (семестровая) аттестация	30
9.1. Нормативная база проведения промежуточной аттестации по результатам изучения дисциплины	30
9.2. Основные характеристики промежуточной аттестации по итогам изучения дисциплины для экзамена	30
9.3. Заключительное тестирование по итогам изучения дисциплины	31
9.3.1. Подготовка к заключительному тестированию по итогам изучения дисциплины	31
9.3.2. Шкала и критерии оценивания ответов на тестовые вопросы тестирования по итогам освоения дисциплины	36
9.4. Перечень примерных вопросов к экзамену	36
10. Информационное и методическое обеспечение учебного процесса по дисциплине	37
Приложение 1 Форма титульного листа реферата	39
Приложение 2 Результаты проверки реферата	40

ВВЕДЕНИЕ

1. Настоящее издание является основным организационно-методическим документом учебно-методического комплекса по дисциплине в составе основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО). Оно предназначено стать для них методической основой по освоению данной дисциплины.

2. Содержательной основой для разработки настоящих методических указаний послужила Рабочая программа дисциплины, утвержденная в установленном порядке.

3. Методические аспекты развиты в учебно-методической литературе и других разработках, входящих в состав УМК по данной дисциплине.

4. Доступ обучающихся к электронной версии Методических указаний по изучению дисциплины, обеспечен в информационно-образовательной среде университета.

При этом в электронную версию могут быть внесены текущие изменения и дополнения, направленные на повышение качества настоящих методических указаний.

Уважаемые обучающиеся!

Приступая к изучению новой для Вас учебной дисциплины, начните с вдумчивого прочтения разработанных для Вас кафедрой специальных методических указаний. Это поможет Вам вовремя понять и правильно оценить ее роль в Вашем образовании.

Ознакомившись с организационными требованиями кафедры по этой дисциплине и соизмерив с ними свои силы, Вы сможете сделать осознанный выбор собственной тактики и стратегии учебной деятельности, уберечь самих себя от неразумных решений по отношению к ней в начале семестра, а не тогда, когда уже станет поздно. Используя эти указания, Вы без дополнительных осложнений подойдете к промежуточной аттестации по этой дисциплине. Успешность аттестации зависит, прежде всего, от Вас. Ее залог – ритмичная, целенаправленная, вдумчивая учебная работа, в целях обеспечения которой и разработаны эти методические указания.

1. Место учебной дисциплины в подготовке выпускника

Учебная дисциплина относится к дисциплинам ОПОП университета, состав которых определяется вузом и требованиями ФГОС.

Цель дисциплины – является информационное обеспечение профессиональной подготовки бакалавра по направлению 35.03.06 – Агроинженерия, формирование базовых теоретических основ теории электропривода, электрооборудования и знаний о принципах работы, основных электро-механических, электротехнических и электронных устройств, используемых в современных автоматизированных электроприводах различного назначения.

В ходе освоения дисциплины обучающийся должен:

иметь целостное представление о различных видах электрического привода и электрооборудования данных приводов, которое обеспечивает их функционирование и регулирования их координатами;

владеть: навыками безопасной эксплуатации и совершенствования работы электропривода и электрооборудования с целью повышения их эффективности;

знать: законы электродинамики и основы теории электропривода, методы оптимизации и повышения эффективности его работы;

уметь: использовать современные технологии эксплуатации и модернизации электроприводов и электрооборудования в профессиональной деятельности.

1.1.Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в результате освоения учебной дисциплины

Компетенции, в формировании которых задействована дисциплина		Код и наименование индикатора достижений компетенции	Компоненты компетенций, формируемые в рамках данной дисциплины (как ожидаемый результат ее освоения)		
код	наименование		знать и понимать	уметь делать (действовать)	владеть навыками (иметь навыки)
1			2	3	4
Общепрофессиональные компетенции					
ОПК-1	Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин с применением информационно-коммуникационных технологий	ИД-1 _{ОПК-1} Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности	Знать законы электродинамики, теорию электрических машин и электрического привода, понимать принцип действия современных автоматизированных электрических приводов.	Уметь рассчитывать параметры и строить характеристики электрического привода, подбирать наиболее подходящий электродвигатель к механической части электропривода.	Владеть навыками разработки управляемых электрических приводов различного назначения с применением информационно-коммуникационных технологий.
		ИД-2 _{ОПК-1} Использует знание математических методов для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности	Знать методы расчета электрических цепей, параметров электротехнических устройств, электрических машин и электронных схем.	Уметь использовать математические методы при расчетах режимов работы современных управляемых электрических приводов	Владеть навыками работы с электротехническими устройствами, электрическими сетями и электронными микросхемами, которые используются в системах управления современных автоматизированных электроприводах.
ОПК-4	Способен реализовывать современные технологии и обосновывать их применение в профессиональной деятельности	ИД-1 _{ПК-4} Обосновывает и реализует современные технологии в соответствии с направленностью профес-	Знать законы электродинамики и основы теории электропривода, разбираться в современных технологиях, обеспечивающих	Уметь обосновывать внедрение современных технологий эксплуатации и модернизации электроприво-	Владеть навыками научного обоснования принимаемых решений по совершенствованию эксплуатации и модернизации управляемых ав-

		сиональной деятельности.	дальнейшее развитие и совершенствование электрических приводов и их вспомогательного электрооборудования.	дов и электрооборудования в профессиональной деятельности.	томатизированных электрических приводов с применением последних достижений цифровой электроники
		ИД-2 _{ПК-4} Способен оперативно реагировать на изменения возможностей современных информационных и цифровых технологий применяемых при решении задач профессиональной деятельности	Знать современные технологии управления электрическим приводом, средства перевода его работы в номинальный режим при перегрузках или отказах электротехнического оборудования.	Уметь использовать современные технологии эксплуатации и модернизации электроприводов и электрооборудования в профессиональной деятельности.	Владеть навыками внедрения современных информационных и цифровых технологий и применения современных технологий с целью модернизации управляемых автоматизированных электрических приводов с применением последних достижений цифровой электроники

1.2. Описание показателей, критериев и шкал оценивания и этапов формирования компетенций в рамках дисциплины

Индекс и название компетенции	Код индикатора достижений компетенции	Индикаторы компетенции	Показатель оценивания – знания, умения, навыки (владения)	Уровни сформированности компетенций				Формы и средства контроля формирования компетенций
				компетенция не сформирована	минимальный	средний	высокий	
				Оценки сформированности компетенций				
				2	3	4	5	
				Оценка «неудовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно»	Оценка «хорошо»	Оценка «отлично»	
				Характеристика сформированности компетенции				
			Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений и навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач		
Критерии оценивания								
ОПК-1	ИД-1 _{опк-1}	Полнота знаний	Знает законы электродинамики, теорию электрических машин и электрического привода, понимает принцип действия современных автоматизированных электрических приводов.	Не знает законы электродинамики, не усвоил теорию электрических машин и электрического привода	Знает основные законы электродинамики, понимает принцип работы электрических машин, но в определении параметров электропривода при различных режимах его работы допускает ошибки	Знает и понимает общую структуру и принцип действия наиболее распространенных современных автоматизированных электрических приводов.	Знает и понимает общую структуру и принцип действия не только наиболее распространенных современных автоматизированных электрических приводов, но и проявляет интерес к опытно-конструкторским разработкам и перспективным направлениям развития электропривода.	Предэкзаменационный тест; Теоретические вопросы экзаменационного задания, практические задания
		Наличие умений	Умеет рассчитывать параметры и строить характеристики электрического привода, подбирать наиболее подходящий электродвигатель к механической части электропривода.	Не умеет рассчитывать параметры и строить характеристики электрического привода, а потому не способен выбрать оптимальный электродвигатель для конкретного механизма.	Умеет рассчитывать параметры и строить электромеханическую и механическую характеристики электродвигателя, но в случае допущенной ошибки при расчетах затрудняется ее обнаружить.	Умеет рассчитывать параметры и строить электромеханическую и механическую характеристики электродвигателя, а также использовать методы проверки правильности полученного решения.	Умеет рассчитывать параметры и строить электромеханическую и механическую характеристики электродвигателя с использованием средств вычислительной техники и анализировать полученные результаты с целью определения возможности применения данного электродвигателя к конкретному механизму.	
		Наличие навыков (владение опытом)	Имеет навыки разработки	Не владеет методами разработки управляемых	Имеет удовлетворительные навыки работы	Имеет хорошие навыки работы с электроприво-	Имеет отличные навыки работы с электроприво-	

			управляемых электрических приводов различного назначения с применением информационно-коммуникационных технологий.	электрических приводов различного назначения. Не способен ими самостоятельно овладеть с применением информационно-коммуникационных технологий.	ты с электроприводами и разработки некоторых типов управляемых электрических приводов	дами и разработки достаточно широкого класса управляемых электрических приводов.	дами и разработки достаточно широкого класса управляемых электрических приводов с применением цифровой электроники..	
	ИД-2 _{ОПК-1}	Полнота знаний	Знает методы расчета электрических цепей, параметров электротехнических устройств, электрических машин и электронных схем.	Не знает методов расчета электрических цепей, параметров электротехнических устройств, электрических машин и электронных схем, являющихся составными частями современного автоматизированного электропривода.	Знает методы расчета составных элементов современного автоматизированного электропривода, но при их использовании в ряде случаев может допустить ошибку, которую может не заметить.	Достаточно хорошо знает методы расчета составных элементов современного автоматизированного электропривода, использует алгоритмы проверки расчетов на наличие ошибок.	Имеет отличные знания по методам расчета параметров и характеристик современного автоматизированного электропривода и его составных элементов, В зависимости от особенностей электропривода может найти наиболее эффективный метод расчета.	Предэкзаменационный тест; Теоретические вопросы экзаменационного задания, практические задания
		Наличие умений	Умеет использовать математические методы при расчетах режимов работы современных управляемых электрических приводов	Не умеет рассчитывать режимы работы современных управляемых электрических приводов	Умеет рассчитывать статические режимы работы современных управляемых электрических приводов, но испытывает затруднения при расчете переходных режимов.	Умеет рассчитывать статические и динамические режимы работы современных управляемых электрических приводов, используя известные стандартные методы расчета.	Умеет быстро и точно рассчитывать статические и динамические режимы работы современных управляемых электрических приводов, используя не только стандартные методы но и новые методы, прошедшие апробацию.	
		Наличие навыков (владение опытом)	Имеет навыки работы с электротехническими устройствами, электрическими сетями и электронными микросхемами, которые используются в системах управления современных автоматизированных электроприводов.	Не имеет навыков работы с электротехническими устройствами, электрическими сетями или электронными микросхемами, которые используются в системах управления современных автоматизированных электроприводов	Имеет удовлетворительные навыки работы с электротехническими устройствами, электрическими сетями и электронными микросхемами, которые используются в системах управления современных автоматизированных электроприводов	Имеет хорошие навыки работы с электротехническими устройствами, электрическими сетями и электронными микросхемами, которые используются в системах управления современных автоматизированных электроприводов	Имеет отличные навыки работы с электротехническими устройствами, электрическими сетями и электронными микросхемами, которые используются в системах управления современных автоматизированных электроприводов	
ОПК-4	ИД-1 _{ОПК-4}	Полнота знаний	Знает законы электродинамики и основы теории электропривода, разбирается в современных технологиях, обеспечивающих	Плохо знает законы электродинамики и основы теории электропривода, а потому плохо разбирается в современных технологиях, применяемых при модернизации электрических приводов и их вспомога-	Знает законы электродинамики и основы теории электропривода на минимально допустимом уровне.	Хорошо знает законы электродинамики и основы теории электропривода, а потому не плохо разбирается в современных технологиях, применяемых при модернизации электрических при-	Отлично знает законы электродинамики и основы теории электропривода, а потому отлично разбирается в современных технологиях, применяемых при модернизации электрических при-	

			дальнейшее развитие и совершенствование электрических приводов и их вспомогательного электрооборудования.	тельного электрооборудования		водов и их вспомогательного электрооборудования	водов и их вспомогательного электрооборудования	Предэкзаменационный тест; Теоретические вопросы экзаменационного задания, практические задания
		Наличие умений	Умеет. обосновывать внедрение современных технологий эксплуатации и модернизации электроприводов и электрооборудования в профессиональной деятельности.	Не умеет обосновывать внедрение современных технологий эксплуатации и модернизации электроприводов и электрооборудования в профессиональной деятельности.	Умеет вполне удовлетворительно обосновывать внедрение современных технологий эксплуатации и модернизации электроприводов и электрооборудования в профессиональной деятельности.	Умеет вполне убедительно обосновывать внедрение современных технологий эксплуатации и модернизации электроприводов и электрооборудования в профессиональной деятельности	Умеет достаточно убедительно и аргументированно обосновывать внедрение современных технологий эксплуатации и модернизации электроприводов и электрооборудования в профессиональной деятельности	
		Наличие навыков (владение опытом)	Имеет навыки научного обоснования принимаемых решений по совершенствованию эксплуатации и модернизации электрических приводов с применением последних достижений цифровой электроники.	Не имеет навыки научного обоснования принимаемых решений по совершенствованию эксплуатации и модернизации электрических приводов с применением последних достижений цифровой электроники.	Имеет удовлетворительные навыки научного обоснования принимаемых решений по совершенствованию эксплуатации и модернизации электрических приводов с применением последних достижений цифровой электроники.	Имеет хорошие навыки научного обоснования принимаемых решений по совершенствованию эксплуатации и модернизации электрических приводов с применением последних достижений цифровой электроники	Имеет отличные навыки научного обоснования принимаемых решений по совершенствованию эксплуатации и модернизации электрических приводов с применением последних достижений цифровой электроники	
		Полнота знаний	Знает современные технологии управления электрическим приводом, средства перевода его работы в номинальный режим при перегрузках или отказах электротехнического оборудования.	Не знает современных технологий управления электрическим приводом.	Знает на вполне удовлетворительном уровне современные технологии управления электрическим приводом, средства перевода его работы в номинальный режим при перегрузках или отказах электротехнического оборудования.	Хорошо знает современные технологии управления электрическим приводом, средства перевода его работы в номинальный режим при перегрузках или отказах электротехнического оборудования.	Отлично знает современные технологии управления электрическим приводом, средства перевода его работы в номинальный режим при перегрузках или отказах электротехнического оборудования.	
	ИД-2 _{ОПК-4}	Наличие умений	Умеет использовать современные технологии эксплуатации и мо-	Не умеет использовать современные технологии эксплуатации и модернизации электроприводов	Вполне удовлетворительно умеет использовать современные технологии эксплуатации и модернизации	Умеет использовать достаточно грамотно современные технологии эксплуатации и модернизации электроприводов и	Умеет в совершенстве использовать современные технологии эксплуатации и модернизации электроприводов и до-	

			дернизации электроприводов и электрооборудования в профессиональной деятельности		электроприводов и дополнительного к ним электрооборудования.	дополнительного к ним электрооборудования.	полнительного к ним электрооборудования.	Предэкзаменационный тест; Теоретические вопросы экзаменационного задания, практические задания
		Наличие навыков (владение опытом)	Имеет навыки внедрения современных информационных и цифровых технологий и применения современных технологий с целью модернизации управляемых автоматизированных электрических приводов с применением последних достижений цифровой электроники	Не имеет навыков внедрения современных информационных и цифровых технологий, и применять их с целью модернизации управляемых автоматизированных электрических приводов.	Имеет вполне удовлетворительные навыки внедрения современных информационных и цифровых технологий и применения современных технологий с целью модернизации управляемых автоматизированных электрических приводов с применением последних достижений цифровой электроники	Имеет достаточные навыки внедрения современных информационных и цифровых технологий и применения современных технологий с целью модернизации управляемых автоматизированных электрических приводов с применением последних достижений цифровой электроники	Имеет богатый опыт и навыки внедрения современных информационных и цифровых технологий и применения современных технологий с целью модернизации управляемых автоматизированных электрических приводов с применением последних достижений цифровой электроники	

2. Структура учебной работы, содержание и трудоёмкость основных элементов дисциплины

2.1 Организационная структура, трудоёмкость и план изучения дисциплины

Вид учебной работы	Трудоёмкость, час			
	семестр, курс*			
	очная форма		заочная форма	
	7 сем.	№ сем.	№ курса	№ курса
1. Аудиторные занятия, всего	46			
- лекции	16			
- практические занятия (включая семинары)				
- лабораторные работы	30			
2. Внеаудиторная академическая работа	62			
2.1 Фиксированные виды внеаудиторных самостоятельных работ:				
Выполнение и сдача/защита индивидуального/группового задания в виде**				
- РГР	10			
- Реферат	8			
2.2 Самостоятельное изучение тем/вопросов программы	24			
2.3 Самоподготовка к аудиторным занятиям	15			
2.4 Самоподготовка к участию и участие в контрольно-оценочных мероприятиях, проводимых в рамках текущего контроля освоения дисциплины (за исключением учтённых в пп. 2.1 – 2.2):	5			
3. Подготовка и сдача экзамена по итогам освоения дисциплины	36			
ОБЩАЯ трудоёмкость дисциплины:	Часы	144		
	Зачётные единицы	4		
Примечание: * – семестр – для очной и очно-заочной формы обучения, курс – для заочной формы обучения; ** – КР/КП, реферата/эссе/презентации, контрольной работы (для обучающихся заочной формы обучения), расчётно-графической (расчётно-аналитической) работы и др.;				

2.2. Содержание дисциплины по разделам

Номер и наименование раздела дисциплины. Укрупненные темы раздела		Трудоёмкость раздела и ее распределение по видам учебной работы, час.						Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	№№ компетенций, на фор- мирование которых ориен- тирован раздел	
		общая	Аудиторная работа				ВАРС			
			всего	лекции	занятия		всего			фиксированные виды
					практические (всех форм)	лабораторные				
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Очная форма обучения										
1	Введение. Общие понятия и тенденции развития электропривода (ЭП)									
	1.1 История возникновения ЭП	1,5	0,5	0,5			1			
	1.2 Классификация ЭП по типу электродвигателя.	1,5	0,5	0,5			1			
	1.3 Структура и основные элементы автоматизированного ЭП	5	3	1		2	2			
2	Механическая часть ЭП									
	2.1 Активные и реактивные моменты ЭП	2	1	1			1			
	2.2 Типовые нагрузки механической части ЭП	2	1	1			1			
	2.3 Электромеханическая постоянная времени ЭП	2	1	1			1			
	2.4 Методы экспериментального определения момента инерции ЭП	2	1	1			1			
3	ЭП постоянного тока (ЭП-ПТ)									
	3.1 Основные параметры машины постоянного тока	1,5	0,5	0,5			1			
	3.2 Простейшая модель ЭП-ПТ. Соотношения между параметрами ЭП и статические характеристики	1,5	0,5	0,5			1			
	3.3 Механические характеристики дви-	4,5	2,5	0,5		2	2			

	дателя и нагрузки ЭП								
	3.4 Жесткость статической характеристики. Статическая устойчивость ЭП. Электромеханические характеристики двигателя	1,5	0,5	0,5		1			
	Режимы работы ЭП-ПТ								
	4.1 Характеристики и режимы ЭП-ПТ с независимым возбуждением	1,5	0,5	0,5		1			
	4.2 Тормозные режимы ЭП-ПТ независимого возбуждения, $U = \text{const}$	1,5	0,5	0,5		1			
	4.3 Характеристики и режимы ЭП-ПТ с независимым возбуждением, $I = \text{const}$	1,5	0,5	0,5		1			
	4.4 Характеристики и режимы ЭП-ПТ с последовательным возбуждением	1,3	0,3	0,3		1			
	4.5 Особенности режима динамического торможения двигателя с последовательным возбуждением	1,2	0,2	0,2		1			
	Регулируемые ЭП-ПТ								
	5.1 Регулирование координат ЭП-ПТ	3	1		1	2			
	5.2 Реостатное регулирование при питании якорной цепи от источника напряжения ($U=\text{const}$), а также от источника тока ($I=\text{const}$)	2	1		1	1			
	5.3 Общие характеристики реостатного регулирования и его практическое применение	3	1		1	2			
	5.4 Регулирование координат изменением магнитного потока	2	1		1	1			
	5.5 Регулирование скорости изменением напряжения на якоре	4	2		2	2			
	5.6. Реализация управляемого преобразователя в электроприводах, регулируемых изменением напряжения, на основе управляемого выпрямителя	4	2		2	2			
	Асинхронные электрические приводы. Характеристики и режимы работы								
	6.1 Принцип действия асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором (АД-КЗ)	6,5	2,5	0,5	2	4			
	6.2 Процессы, протекающие при вращающемся короткозамкнутом роторе	5,5	2,5	0,5	2	3			
	6.3 Вращающееся магнитное поле статора трёхфазного двигателя	5	2		2	3			
	6.4 Механические характеристики асинхронного двигателя	7	2		2	5			
	6.5 Режимы работы асинхронного электрического привода	10	4		4	6			
	6.6 Номинальные данные асинхронного электропривода	5	2		2	3			
	Регулирование координат асинхронного электропривода								
	7.1 Свойство саморегулирования – устойчивость статического режима работы асинхронного электропривода	5	2		2	3			
	7.2 Частотное регулирование координат двигателя с короткозамкнутым ротором	4	2		2	2			
	7.3 Общая схема частотно-регулируемого асинхронного электропривода	2	1	1		1			
	7.4 Однофазные автономные инверторы напряжения	2	1	1		1			
	7.5 Трёхфазные и m -фазные автономные инверторы напряжения	2	1	1		1			
	7.6 Использование широтно-импульсной модуляции в автономных инверторах напряжения и тока	2	1	1		1			
	7.7 Циклоконвертеры.	2	1	1		1			
	РГР						10		
	Реферат						8		
	Промежуточная аттестация		x	x	x	x	x	Экзамен	
	Итого по дисциплине	108	46	16		30	62	18	36

3. Общие организационные требования к учебной работе обучающегося

3.1. Организация занятий и требования к учебной работе обучающегося

Организация занятий по дисциплине носит циклический характер. По трем разделам предусмотрена взаимоувязанная цепочка учебных работ: лекция – самостоятельная работа обучающихся (аудиторная и внеаудиторная). На занятиях студенческая группа получает задания и рекомендации.

Для своевременной помощи обучающимся при изучении дисциплины кафедрой организуются индивидуальные и групповые консультации, устанавливается время приема выполненных работ.

Учитывая статус дисциплины к её изучению предъявляются следующие организационные требования:

- обязательное посещение обучающимся всех видов аудиторных занятий;
- ведение конспекта в ходе лекционных занятий;
- качественная самостоятельная подготовка к практическим занятиям, активная работа на них;
- активная, ритмичная самостоятельная аудиторная и внеаудиторная работа обучающегося в соответствии с планом-графиком, представленным в таблице 2.4; своевременная сдача преподавателю отчетных документов по аудиторным и внеаудиторным видам работ;
- в случае наличия пропущенных обучающимся занятий, необходимо получить консультацию по подготовке и оформлению отдельных видов заданий.

Для успешного освоения дисциплины, обучающемуся предлагаются учебно-информационные источники в виде учебной, учебно-методической литературы по всем разделам.

3.2. Условия допуска к экзамену по дисциплине

Экзамен является формой контроля, который выставляется обучающемуся согласно «Положения о текущем контроле успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования (бакалавриат, специалитет, магистратура) и среднего профессионального образования в ФГБОУ ВО Омский ГАУ», выполнившему в полном объеме все перечисленные в п.2-3 требования к учебной работе, прошедший все виды тестирования, выполнения реферата с положительной оценкой. В случае не полного выполнения указанных условий по уважительной причине, обучающемуся могут быть предложены индивидуальные задания по пропущенному учебному материалу.

4. Лекционные занятия

Для изучающих дисциплину читаются лекции в соответствии с планом, представленным в таблице 3.

Таблица 3 - Лекционный курс.

№ раздела	лекции	Тема лекции. Основные вопросы темы	Трудоемкость по разделу, час.		Применяемые интерактивные формы обучения
			очная форма	заочная форма	
1	2	3	4	5	6
1	1	Тема: Введение. Общие понятия и тенденции развития электропривода (ЭП)			
		1.1 История возникновения ЭП	0,5		
		1.2 Классификация ЭП по типу электродвигателя.	0,5		
		1.3 Структура и основные элементы автоматизированного ЭП	1		
2	2	Тема: Механическая часть ЭП			
		2.1 Активные и реактивные моменты ЭП	1		
		2.2 Типовые нагрузки механической части ЭП	1		
	3	2.3 Электромеханическая постоянная времени ЭП	1		
		2.4 Методы экспериментального определения момента инерции ЭП	1		
3	4	Тема: ЭП постоянного тока (ЭП-ПТ)			
		3.1 Основные параметры машины постоянного тока	0,5		
		3.2 Простейшая модель ЭП-ПТ. Соотношения между параметрами ЭП и статические характеристики	0,5		
		3.3 Механические характеристики двигателя и нагрузки ЭП	0,5		
		3.4 Жесткость статической характеристики. Статическая устойчивость ЭП. Электромеханические характеристики двигателя	0,5		
4	5	Тема: Режимы работы ЭП-ПТ			

		4.1 Характеристики и режимы ЭП-ПТ с независимым возбуждением	0,5		
		4.2 Тормозные режимы ЭП-ПТ независимого возбуждения, $U = \text{const}$	0,5		
		4.3 Характеристики и режимы ЭП-ПТ с независимым возбуждением, $I = \text{const}$	0,5		
		4.4 Характеристики и режимы ЭП-ПТ с последовательным возбуждением	0,3		
		4.5 Особенности режима динамического торможения двигателя с последовательным возбуждением	0,2		
6	6	Тема: Асинхронные электрические приводы. Характеристики и режимы работы			
		6.1 Принцип действия асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором (АД-КЗ)	0,5		
		6.2 Процессы, протекающие при вращающемся короткозамкнутом роторе	0,5		
7	7	Тема: Регулирование координат асинхронного электропривода			
		7.3 Общая схема частотно-регулируемого асинхронного электропривода	1		
		7.4 Однофазные автономные инверторы напряжения	1		
	8	7.5 Трехфазные и m -фазные автономные инверторы напряжения	1		
		7.6 Использование широтно-импульсной модуляции в автономных инверторах напряжения и тока	1		
		7.7 Циклоконвертеры.	1		
Общая трудоемкость лекционного курса					x
Всего лекций по дисциплине:		час.	Из них в интерактивной форме:		час.
- очная форма обучения		16	- очная форма обучения		
- заочная форма обучения			- заочная форма обучения		
Примечания:					
- материально-техническое обеспечение лекционного курса – см. Приложение 6;					
- обеспечение лекционного курса учебной, учебно-методической литературой и иными библиотечно-информационными ресурсами и средствами обеспечения образовательного процесса – см. Приложения 1 и 2.					

5. Лабораторные занятия по дисциплине и подготовка к ним

Практические занятия по курсу проводятся в соответствии с планом, представленным в таблице 4.

Таблица 4 - Примерный тематический план лабораторных занятий по разделам учебной дисциплины

№			Тема лабораторной работы	Трудоемкость ЛР, час		Связь с ВАРС		Применяемые интерактивные формы обучения*
раздела	ЛЗ*	ЛР*		очная форма	заочная форма	предусмотрена само-подготовка к занятию +/-	Защита отчета о ЛР во внеаудиторное время +/-	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	1	Изучение аппаратуры автоматического управления и защиты электроустановок	2		+	-	Компьютерная симуляция
3	2	2	Механические характеристики двигателя и нагрузки ЭП	2		+	-	Компьютерная симуляция
5	3	3	Реостатное регулирование координат ЭП-ПТ	2		+	-	Компьютерная симуляция
	4		Регулирование координат ЭП-ПТ изменением магнитного потока, изменением напряжения на якоре с использованием управляемого выпрямителя	2		+	-	

6	5	4	Исследование работы трехфазного асинхронного двигателя под нагрузкой	4		+	-	Компьютерная симуляция
	6							
	7	5	Торможение трёхфазного асинхронного двигателя с к.з. ротором	2		+	-	
	8	6	Пуск трехфазного асинхронного двигателя с к.з. ротором	2		+	-	
	9	7	Исследование неререверсивного магнитного пускателя	2		+	-	
	10	8	Исследование реверсивных магнитных пускателей	4		+	-	
	11							
	12	9	Испытание теплового реле	2		+	-	
13	10	Исследование схемы управления навозным транспортёром ТСН – 3Б	2		+	-		
7	14	11	Исследование работы частотного преобразователя	4		+	-	
15								
Итого ЛР			Общая трудоемкость ЛР	30		х		
* в т.ч. при использовании материалов МООК «Название», название ВУЗа-разработчика, название платформы и ссылка на курс (с указанием даты последнего обращения)								
Примечания: - материально-техническое обеспечение лабораторного практикума – см. Приложение 6; - обеспечение лабораторного практикума учебной, учебно-методической литературой и иными библиотечно-информационными ресурсами и средствами обеспечения образовательного процесса – см. Приложения 1 и 2.								

Подготовка обучающихся к лабораторным занятиям осуществляется с учетом общей структуры учебного процесса. На практических занятиях осуществляется входной и текущий аудиторный контроль в виде опроса, по основным понятиям дисциплины.

Подготовка к лабораторным занятиям подразумевает выполнение домашнего задания к очередному занятию по заданиям преподавателя, выдаваемым в конце предыдущего занятия, а также по заданиям, выложенным преподавателем на странице данной дисциплины в среде ЭИОС ОмГАУ Moodle.

Для осуществления работы по подготовке к занятиям, необходимо ознакомиться с методическими указаниями по дисциплине, внимательно ознакомиться с литературой и электронными ресурсами, с рекомендациями по подготовке, вопросами для самоконтроля.

6. Общие методические рекомендации по изучению отдельных разделов дисциплины

При изучении конкретного раздела дисциплины, из числа вынесенных на лекционные и практические занятия, обучающемуся следует учитывать изложенные ниже рекомендации. Обратите на них особое внимание при подготовке к аттестации.

Работа по теме прежде всего предполагает ее изучение по учебнику или пособию. Следует обратить внимание на то, что в любой теории, есть либо неубедительные, либо чересчур абстрактные, либо сомнительные положения. Поэтому необходимо вырабатывать самостоятельные суждения, дополняя их аргументацией, что и следует демонстрировать на семинарах. Для выработки самостоятельного суждения важным является умение работать с научной литературой. Поэтому работа по теме кроме ее изучения по учебнику, пособию предполагает также поиск по теме научных статей в научных журналах по праву. Такими журналами являются: Вопросы правоведения, Экономика и право др. Выбор статьи, относящейся к теме, лучше делать по последним в году номерам, где приводится перечень статей, опубликованных за год.

Самостоятельная подготовка предполагает использование ряда методов.

1. Конспектирование. Конспектирование позволяет выделить главное в изучаемом материале и выразить свое отношение к рассматриваемой автором проблеме.

Техника записей в конспекте индивидуальна, но есть ряд правил, которые могут принести пользу его составителю: начиная конспект, следует записать автора изучаемого произведения, его название, источник, где оно опубликовано, год издания. Порядок конспектирования:

- внимательное чтение текста;
- поиск в тексте ответов на поставленные в изучаемой теме вопросы;
- краткое, но четкое и понятное изложение текста;
- выделение в записи наиболее значимых мест;
- запись на полях возникающих вопросов, понятий, категорий и своих мыслей.

2. Записи в форме тезисов, планов, аннотаций, формулировок определений. Все перечисленные формы помогают быстрой ориентации в подготовленном материале, подборе аргументов в пользу или против какого-либо утверждения.

3. Словарь понятий и категорий. Составление словаря помогает быстрее осваивать новые понятия и категории, увереннее ими оперировать. Подобный словарь следует вести четко, разборчиво, чтобы удобно было им пользоваться. Из приведенного в УМК глоссария нужно к каждому семинару выбирать понятия, относящиеся к изучаемой теме, объединять их логической схемой в соответствии с вопросами семинарского занятия.

Раздел 1. Введение. Общие понятия и тенденции развития электропривода (ЭП)

Краткое содержание

1.1 История возникновения ЭП
1.2 Классификация ЭП по типу электродвигателя.
1.3 Структура и основные элементы автоматизированного ЭП

Вопросы для самоконтроля по разделу:

1. Какая электромеханическая система является электрическим приводом по современным представлениям?
2. Назовите основные составные части электрического привода и изобразите его структуру.
3. По каким признакам классифицируются электродвигатели, используемые в электроприводе?
4. Дайте их классификацию по мощности.
5. Дайте их классификацию по скорости вращения.
6. Что представляет собой система управления электропривода?
7. Что представляет собой передаточное устройство электрического привода?
8. Что представляет собой рабочая машина электропривода?
9. Какую роль играет силовой преобразователь в электроприводе?
10. Какую роль на совершенствование электрического привода и оптимизацию его работы играет развитие электроники?
11. Какова роль ЭП в создании энергосберегающих технологий?
12. Чем объяснить тенденцию вытеснения ЭП постоянного тока системами АД КЗ?

Процедура оценивания

Шкала и критерии оценивания

Ответы на вопросы оцениваются по 5-бальной шкале в среде ЭИОС ОмГАУ_Moodle:

- 5 баллов ставится, если верных ответов на контрольные вопросы более 90%;
- 4 баллов ставится, если верных ответов на контрольные вопросы не более 90% и более 75%;
- 3 баллов ставится, если верных ответов на контрольные вопросы не более 75% и более 60%;
- 2 баллов ставится, если верных ответов на контрольные вопросы менее 60%;
- 1 балл ставится, если верных ответов на контрольные вопросы менее половины;
- 0 баллов ставится, если обучающийся не предоставил преподавателю отчет на проверку.

Раздел 2. Механическая часть ЭП

Краткое содержание

2.1 Активные и реактивные моменты ЭП
2.2 Типовые нагрузки механической части ЭП
2.3 Электромеханическая постоянная времени ЭП
2.4 Методы экспериментального определения момента инерции ЭП

Вопросы для самоконтроля по разделу:

1. В какие виды механического движения электроприводы преобразуют электрическую энергию?
2. Напишите уравнение вращательного движения электропривода.
3. Что представляет собой статический режим работы электропривода?
4. В чём разница между реактивными и активными статическими моментами электропривода?
5. Напишите формулу зависимости статического момента от скорости вращения рабочей машины.
6. Какой вид эта зависимость принимает для вентиляторов?
7. Какой вид эта зависимость принимает для ленточных транспортёров?
8. Какой вид эта зависимость принимает для металлорежущих станков?
9. Для каких механизмов статический момент является функцией угла поворота вала рабочей машины?
10. Для каких механизмов статический момент является функцией угла поворота и скорости вращения вала рабочей машины?

Шкала и критерии оценивания

Ответы на вопросы оцениваются по 5-бальной шкале в среде ЭИОС ОмГАУ_Moodle:

- 5 баллов ставится, если верных ответов на контрольные вопросы более 90%;
- 4 баллов ставится, если верных ответов на контрольные вопросы не более 90% и более 75%;
- 3 баллов ставится, если верных ответов на контрольные вопросы не более 75% и более 60%;
- 2 баллов ставится, если верных ответов на контрольные вопросы менее 60%;
- 1 балл ставится, если верных ответов на контрольные вопросы менее половины;
- 0 баллов ставится, если обучающийся не предоставил преподавателю отчет на проверку.

Раздел 3. ЭП постоянного тока (ЭП-ПТ)

Краткое содержание

2.1 Активные и реактивные моменты ЭП
2.2 Типовые нагрузки механической части ЭП
2.3 Электромеханическая постоянная времени ЭП
2.4 Методы экспериментального определения момента инерции ЭП

Вопросы для самоконтроля по разделу:

1. Дайте определение электромеханической постоянной времени электропривода.
2. Каким параметром электропривода можно характеризовать переходные режимы его работы?
3. Какие существуют методы экспериментального определения момента инерции и электромеханической постоянной электропривода?
4. В чём суть метода свободного выбега?
5. Какая аналогия просматривается между пружинным маятником и крутильными колебаниями?
6. Можно ли с помощью метода крутильных колебаний определить момент инерции любого рабочего механизма?
7. Что, по вашему мнению, является главным недостатком метода крутильных колебаний?
8. Можно ли с помощью метода маятниковых колебаний определить момент инерции любого рабочего механизма?
9. Что, по вашему мнению, является главным недостатком метода маятниковых колебаний?
10. Можно ли с помощью метода падающего груза определить момент инерции любого рабочего механизма?
11. Чем данный метод выгодно отличается от двух предыдущих?
12. Можно ли с помощью метода определить момент инерции любого электропривода?
13. Чем метод вспомогательного маятника выгодно отличается от предыдущих?
14. Можно ли с помощью метода вспомогательного маятника определить момент инерции любого электропривода?

Процедура оценивания

Шкала и критерии оценивания

Ответы на вопросы оцениваются по 5-бальной шкале в среде ЭИОС ОмГАУ_Moodle:

- 5 баллов ставится, если верных ответов на контрольные вопросы более 90%;
- 4 баллов ставится, если верных ответов на контрольные вопросы не более 90% и более 75%;
- 3 баллов ставится, если верных ответов на контрольные вопросы не более 75% и более 60%;
- 2 баллов ставится, если верных ответов на контрольные вопросы менее 60%;
- 1 балл ставится, если верных ответов на контрольные вопросы менее половины;
- 0 баллов ставится, если обучающийся не предоставил преподавателю отчет на проверку.

Раздел 4. Режимы работы ЭП-ПТ

Краткое содержание

4.1 Характеристики и режимы ЭП-ПТ с независимым возбуждением
4.2 Тормозные режимы ЭП-ПТ независимого возбуждения, $U = \text{const}$
4.3 Характеристики и режимы ЭП-ПТ с независимым возбуждением, $I = \text{const}$
4.4 Характеристики и режимы ЭП-ПТ с последовательным возбуждением
4.5 Особенности режима динамического торможения двигателя с последовательным возбуждением

Вопросы для самоконтроля по разделу:

1. Какими параметрами определяется величина магнитного поля?
2. Как вычисляется сила Ампера?
3. Чем определяется противо-ЭДС электродвигателя? Напишите формулу, по которой вычисляется её значение.
4. Чем определяется момент вращения якоря МПТ? Напишите формулу, по которой вычисляется его значение.
5. Какие моменты сил имеют место в МПТ, в каких единицах они измеряются?
6. Напишите зависимость числа оборотов от угловой скорости вращения якоря.
7. Что определяет коэффициент полезного действия МПТ?
8. В каких единицах измеряется противо-ЭДС электродвигателя?
9. Что собой представляют механические характеристики двигателя и нагрузки (рабочего механизма)?
10. В каких квадрантах $M\omega$ – диаграммы расположены двигательные режимы работы электропривода?
11. Какой режим характеризует участок $\omega_0 - M_{к.з}$ (рис. 6)?
12. Что такое жёсткость характеристики?
13. Как по механическим характеристикам двигателя и нагрузки находятся координаты статического режима?
14. Объясните условие устойчивости статического режима.
15. Что представляют собой электромеханические характеристики?
16. Дайте определение естественных и искусственных характеристик.
17. Напишите аналитическое выражение для механической характеристики ЭП постоянного тока.
18. Напишите аналитическое выражение для электромеханической характеристики ЭП постоянного тока.
19. На графике (рис. 1) укажите область двигательного режима для прямого включения напряжения.
20. На графике (рис. 1) укажите область двигательного режима для обратного включения напряжения.
21. На графике (рис. 1) укажите точку, соответствующую режиму идеального холостого хода.
22. На графике (рис. 1) укажите точку, соответствующую режиму короткого замыкания.
23. Чему равна скорость идеального холостого хода?
24. Чему равна скорость в режиме короткого замыкания?
25. На (рис. 1) укажите участки рекуперативного торможения.
26. Куда идёт электроэнергия при генераторном режиме работы последовательно с сетью?
27. На $M\omega$ – диаграмме (рис. 1) укажите участки торможения противо-включением.
28. Куда идёт электроэнергия при генераторном режиме работы параллельно с сетью?
29. В чём суть динамического режима торможения?
30. Чем магнитный поток в двигателе с последовательным возбуждением будет отличаться от потока независимого возбуждения?
31. Какой вид имеет механическая характеристика двигателя последовательного возбуждения?
32. Что следует сделать в двигателе с последовательным возбуждением, чтобы получить тормозной момент после замыкания якорной цепи?
33. Что является основной причиной самовозбуждения двигателя с последовательным возбуждением?
34. Как влияет сопротивление якорной цепи на тормозной момент?

Процедура оценивания Шкала и критерии оценивания

Ответы на вопросы оцениваются по 5-бальной шкале в среде ЭИОС ОмГАУ_Moodle:

- 5 баллов ставится, если верных ответов на контрольные вопросы более 90%;
- 4 баллов ставится, если верных ответов на контрольные вопросы не более 90% и более 75%;
- 3 баллов ставится, если верных ответов на контрольные вопросы не более 75% и более 60%;
- 2 баллов ставится, если верных ответов на контрольные вопросы менее 60%;
- 1 балл ставится, если верных ответов на контрольные вопросы менее половины;
- 0 баллов ставится, если обучающийся не предоставил преподавателю отчет на проверку.

Раздел 5. Регулируемые ЭП-ПТ
Краткое содержание

5.1 Регулирование координат ЭП-ПТ
5.2 Реостатное регулирование при питании якорной цепи от источника напряжения ($U=const$), а также от источника тока ($I=const$)
5.3 Общие характеристики реостатного регулирования и его практическое применение
5.4 Регулирование координат изменением магнитного потока
5.5 Регулирование скорости изменением напряжения на якоре
5.6. Реализация управляемого преобразователя в электроприводах, регулируемых изменением напряжения, на основе управляемого выпрямителя

Вопросы для самоконтроля по разделу:

1. Чем отличается регулирование от изменения координат электрического привода?
2. Какая характеристика обычно принимается в качестве основной (естественной)?
3. Что такое двузонное регулирование координат электрического привода?
4. Что такое диапазон регулирования?
5. Какое регулирование называется плавным, а какое – ступенчатым?
6. Как определяется допустимая нагрузка на искусственных характеристиках?
7. Как оценивается экономичность регулирования?
8. Как определяется срок окупаемости оборудования, применяемого для регулирования координат электрического привода?
9. Каким критериям должен удовлетворять идеальный способ регулирования координат электрического привода?
10. Будет ли в характеристиках двигателя с независимым возбуждением точка идеального холостого хода меняться при изменении дополнительного сопротивления R_d ?
11. Будет ли точка идеального холостого хода меняться в характеристиках двигателя с последовательным возбуждением при изменении дополнительного сопротивления R_d ?
12. Можно ли при реостатном регулировании увеличить скорость вращения двигателя по отношению к номинальному значению скорости?
13. Является ли реостатное регулирование двузонным?
14. Будет ли в характеристиках системы «источник тока – двигатель» точка идеального холостого хода меняться при изменении дополнительного сопротивления R_d ?
15. Чему равна скорость идеального холостого хода в системе «источник тока – двигатель»?
16. Будет ли в характеристиках системы «источник тока – двигатель» меняться точка короткого замыкания при изменении дополнительного сопротивления R_d ?
17. Можно ли с помощью реостатного регулирования увеличить скорость вращения двигателя в системе «источник тока – двигатель» по отношению к номинальному значению скорости?
18. Чему приблизительно равен момент короткого замыкания в системе «источник тока – двигатель», если пренебречь активным сопротивлением цепи якоря R_{Σ} ?
19. Является ли реостатное регулирование в системе «источник тока – двигатель» двузонным?
20. Как жесткость характеристики при реостатном регулировании координатами электропривода системы «источник тока – двигатель» зависит от скорости ω ?
21. Какой главный недостаток реостатного регулирования координатами электропривода системы «источник тока – двигатель»?

Процедура оценивания
Шкала и критерии оценивания

Ответы на вопросы оцениваются по 5-бальной шкале в среде ЭИОС ОмГАУ_Moodle:

- 5 баллов ставится, если верных ответов на контрольные вопросы более 90%;
- 4 баллов ставится, если верных ответов на контрольные вопросы не более 90% и более 75%;
- 3 баллов ставится, если верных ответов на контрольные вопросы не более 75% и более 60%;
- 2 баллов ставится, если верных ответов на контрольные вопросы менее 60%;
- 1 балл ставится, если верных ответов на контрольные вопросы менее половины;
- 0 баллов ставится, если обучающийся не предоставил преподавателю отчет на проверку.

Раздел 6. Асинхронные электрические приводы. Характеристики и режимы работы

Краткое содержание

6.1 Принцип действия асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором (АД-КЗ)
6.2 Процессы, протекающие при вращающемся короткозамкнутом роторе
6.3 Вращающееся магнитное поле статора трёхфазного двигателя
6.4 Механические характеристики асинхронного двигателя
6.5 Режимы работы асинхронного электрического привода
6.6 Номинальные данные асинхронного электропривода

Вопросы для самоконтроля по разделу:

1. Какова роль обмоток статора в асинхронной машине?
2. Каким может быть ротор асинхронной машины?
3. Объясните принцип действия асинхронной машины.
4. Почему такой двигатель называется асинхронным?
5. В чём проблемы точного математического описания работы такой машины?
6. От чего зависит величина магнитного потока, создаваемого статором двигателя?
7. Чем будет определяться ток намагничивания в обмотках статора?
8. Что такое скольжение?
9. Чему равна наведенная в короткозамкнутом роторе ЭДС, если скольжение равно нулю?
10. Чему будет равен ток в короткозамкнутом роторе при $\omega = \omega_0$?
11. Что представляет собой статор трёхфазного асинхронного двигателя?
12. Напишите законы изменения переменного тока для всех трёх фаз.
13. Определите направление вектора магнитной индукции магнитного поля статора в момент времени, когда $\alpha = \omega t = 45^\circ$.
14. Как меняется модуль вектора магнитной индукции суммарного поля в статоре трёхфазного асинхронного двигателя?

Процедура оценивания

Шкала и критерии оценивания

Ответы на вопросы оцениваются по 5-бальной шкале в среде ЭИОС ОмГАУ_Moodle:

- 5 баллов ставится, если верных ответов на контрольные вопросы более 90%;
- 4 баллов ставится, если верных ответов на контрольные вопросы не более 90% и более 75%;
- 3 баллов ставится, если верных ответов на контрольные вопросы не более 75% и более 60%;
- 2 баллов ставится, если верных ответов на контрольные вопросы менее 60%;
- 1 балл ставится, если верных ответов на контрольные вопросы менее половины;
- 0 баллов ставится, если обучающийся не предоставил преподавателю отчет на проверку.

Раздел 7. Регулирование координат асинхронного электропривода

Краткое содержание

7.1 Свойство саморегулирования – устойчивость статического режима работы асинхронного электропривода
7.2 Частотное регулирование координат двигателя с короткозамкнутым ротором
7.3 Общая схема частотно-регулируемого асинхронного электропривода
7.4 Однофазные автономные инверторы напряжения
7.5 Трёхфазные и m -фазные автономные инверторы напряжения
7.6 Использование широтно-импульсной модуляции в автономных инверторах напряжения и тока
7.7 Циклоконвертеры.

Вопросы для самоконтроля по разделу:

1. От чего зависит момент, создаваемый вращающимся магнитным полем статора и действующий на короткозамкнутый ротор?
2. Чему приблизительно равны критические значения этого момента при $R_1 \ll R'_2$?
3. Чему равны критические значения скольжения при $R_1 \ll R'_2$?
4. Напишите точные формулы для координат критической точки sM -диаграммы.
5. Прокомментируйте – как изменяется сила тока в короткозамкнутом роторе в зависимости от скольжения.
6. Составьте уравнение энергетического баланса для определения потерь в роторной цепи.
7. Как изменяется жёсткость механической характеристики в зависимости от скольжения?
8. На $M\omega$ -диаграмме (рис. 2) укажите участки двигательного режима и трёх тормозных.
9. Торможение переключением поясните на рис. 3.
10. В чём здесь особенность динамического режима?
11. На диаграммах, представленных на рис. 2 и 4, укажите точки идеального холостого хода и короткого замыкания.
12. На $s\omega$ -диаграмме (рис. 4) укажите участок, где внешняя сила вращает ротор в направлении вращающегося магнитного поля статора со скоростью, превышающей скорость вращения поля.
13. Какие номинальные данные можно прочесть на прикрепленном к корпусу двигателя шильдику?
14. Какие номинальные данные двигателя можно определить по каталогу?
15. По каким опорным точкам и как строятся механические и электромеханические характеристики асинхронного двигателя?
16. Назовите диапазон номинальных значений скольжения асинхронных двигателей.

17. В чём заключается проблема пуска асинхронного двигателя?
18. Какой статический режим работы электродвигателя называется устойчивым?
19. Объясните, каким образом происходит саморегулирование статической работы асинхронного двигателя?
20. Какие существуют возможности регулирования режимов работы асинхронных двигателей?
21. Как будут изменяться критические моменты M_k искусственных характеристик, если увеличивать частоту тока f_1 при $\frac{U_1}{f_1} = const$?
22. Как будут изменяться критические моменты M_k искусственных характеристик, если увеличивать частоту тока f_1 при постоянном напряжении U_1 ?
23. Является ли данное регулирование двузонным?
24. На какие двигатели может оказывать существенное влияние сопротивление R_1 цепи статора?
25. Назовите основные достоинства данного метода регулирования.
26. Назовите основные недостатки данного метода регулирования.
27. Из каких устройств состоит частотно-регулируемый асинхронный электропривод?
28. Какую функцию здесь выполняет выпрямитель с LC-фильтром?
29. Какую функцию здесь выполняет автономный инвертор напряжения?
30. Что собой представляет автономный инвертор напряжения в упрощённом виде?
31. Какой эффект возникает в результате размыкания ключа?
32. Как будет меняться ток в изменённой (с целью устранения данного эффекта) схеме АИН?

Процедура оценивания

Шкала и критерии оценивания

Ответы на вопросы оцениваются по 5-бальной шкале в среде ЭИОС ОмГАУ_Moodle:

- 5 баллов ставится, если верных ответов на контрольные вопросы более 90%;
- 4 баллов ставится, если верных ответов на контрольные вопросы не более 90% и более 75%;
- 3 баллов ставится, если верных ответов на контрольные вопросы не более 75% и более 60%;
- 2 баллов ставится, если верных ответов на контрольные вопросы менее 60%;
- 1 балл ставится, если верных ответов на контрольные вопросы менее половины;
- 0 баллов ставится, если обучающийся не предоставил преподавателю отчет на проверку.

7. Общие методические рекомендации по оформлению и выполнению отдельных видов ВАРС

7.1. Рекомендации по написанию рефератов

Учебные цели, на достижение которых ориентировано выполнение реферата: получить целостное представление об основных современных проблемах макроэкономики и путей их решения.

Учебные задачи, которые должны быть решены обучающимся в рамках выполнения реферата:

- детальное рассмотрение наиболее актуальных проблем экономической теории;
- формирование и отработка навыков экономического исследования, накопление опыта работы с научной литературой, подбора и анализа фактического материала;
- совершенствование в изложении своих мыслей, критики, самостоятельного построения структуры работы, постановки задач, раскрытие основных вопросов, умение сформулировать логические выводы и предложения.

ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА рефератов

1. Вывод основных соотношений между параметрами электропривода постоянного тока из законов физики и электротехники.
2. Регулирование координат электропривода постоянного тока.
3. Вращающееся магнитное поле статора синхронного и асинхронного электродвигателя.
4. Асинхронные двигатели с фазным ротором.
5. Частотное регулирование координат асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.
6. Энергетическая силовая установка электромотоцикла Tesla. Схема и принцип действия.
7. Мотор-генераторы энергетических силовых установок гибридных автомобилей серии Toyota Prius/
8. Вентильно-индукторные электроприводы. Их технические реализации и применения.
9. Сервомоторы и их применение в автомобилестроении и робототехнике.
10. Трёхфазные автономные инверторы напряжения и их применение в электромотоциклах и гибридных автомобилях.
11. Использование широтно-импульсной модуляции в автономных инверторах напряжения и тока.
12. Циклоконвертеры и трёхфазные тиристорные регуляторы напряжения.
13. Методы подбора асинхронного электропривода для рабочей машины с заданными параметрами.

14. Методы построения механической и электромеханической характеристик по паспортным данным двигателя постоянного тока.
15. Методы построения механической и электромеханической характеристик по паспортным данным двигателя постоянного тока.
16. Методы построения механической и электромеханической характеристик по паспортным данным асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.

Этапы работы над рефератом

Выбор темы. Очень важно правильно выбрать тему. Выбор темы не должен носить формальный характер, а иметь практическое и теоретическое обоснование.

Автор реферата должен осознанно выбрать тему с учетом его познавательных интересов или он может увязать ее с темой будущей магистерской работы. В этом случае магистранту предоставляется право самостоятельного (с согласия преподавателя) выбора темы реферата из списка тем, рекомендованных кафедрой по данной дисциплине (см. выше). При этом весьма полезными могут оказаться советы и обсуждение темы с преподавателем, который может оказать помощь в правильном выборе темы и постановке задач.

Если интересующая тема отсутствует в рекомендательном списке, то по согласованию с преподавателем обучающемуся предоставляется право самостоятельно предложить тему реферата, раскрывающую содержание изучаемой дисциплины. Тема не должна быть слишком общей и глобальной, так как небольшой объем работы (до 20 страниц) не позволит раскрыть ее.

При выборе темы необходимо учитывать полноту ее освещения в имеющейся научной литературе. Для этого можно воспользоваться тематическими каталогами библиотек и библиографическими указателями литературы, периодическими изданиями и ежемесячными указателями психолого - педагогической литературы, либо справочно-библиографическими ссылками изданий посвященных данной теме.

После выбора темы составляется список изданной по теме (проблеме) литературы, опубликованных статей, необходимых справочных источников.

Знакомство с любой научной проблематикой следует начинать с освоения имеющейся основной научной литературы. При этом следует сразу же составлять библиографические выходные данные (автор, название, место и год издания, издательство, страницы) используемых источников. Названия работ иностранных авторов приводятся только на языке оригинала.

Начинать знакомство с избранной темой лучше всего с чтения обобщающих работ по данной проблеме, постепенно переходя к узкоспециальной литературе.

На основе анализа прочитанного и просмотренного материала по данной теме следует составить тезисы по основным смысловым блокам, с пометками, собственными суждениями и оценками. Предварительно подобранный в литературных источниках материал может превышать необходимый объем реферата, но его можно использовать для составления плана реферата.

Составление плана. Автор по предварительному согласованию с преподавателем может самостоятельно составить план реферата, с учетом замысла работы, либо взять за основу рекомендуемый план, приведенный в данных методических указаниях по соответствующей теме. Правильно построенный план помогает систематизировать материал и обеспечить последовательность его изложения.

Наиболее традиционной является следующая структура реферата:

Титульный лист.

Оглавление (план, содержание).

Введение.

Глава 1 (полное наименование главы).

1.1. (полное название параграфа, пункта);

1.2. (полное название параграфа, пункта).

Глава 2 (полное наименование главы).

2.1. (полное название параграфа, пункта);

2.2. (полное название параграфа, пункта).

Заключение (или выводы).

Список использованной литературы.

Приложения (по усмотрению автора).

} Основная часть

Титульный лист заполняется по единой форме (Приложение 1).

Оглавление (план, содержание) включает названия всех разделов (пунктов плана) реферата и номера страниц, указывающие начало этих разделов в тексте реферата.

Введение. В этой части реферата обосновывается актуальность выбранной темы, формулируются цели работы и основные вопросы, которые предполагается раскрыть в реферате, указываются используемые материалы и дается их краткая характеристика с точки зрения полноты освещения избранной темы. Объем введения не должен превышать 1-1,5 страницы.

Основная часть реферата может быть представлена одной или несколькими главами, которые могут включать 2-3 параграфа (подпункта, раздела).

Здесь достаточно полно и логично излагаются главные положения в используемых источниках, раскрываются все пункты плана с сохранением связи между ними и последовательности перехода от одного к другому.

Автор должен следить за тем, чтобы изложение материала точно соответствовало цели и названию главы (параграфа). Материал в реферате рекомендуется излагать своими словами, не допуская дословного переписывания из литературных источников. В тексте обязательны ссылки на первоисточники, т.е. на тех авторов, у которых взят данный материал в виде мысли, идеи, вывода, числовых данных, таблиц, графиков, иллюстраций и пр.

Работа должна быть написана грамотным литературным языком. Сокращение слов в тексте не допускается, кроме общеизвестных сокращений и аббревиатуры. Каждый раздел рекомендуется заканчивать кратким выводом.

Заключение (выводы). В этой части обобщается изложенный в основной части материал, формулируются общие выводы, указывается, что нового лично для себя вынес автор реферата из работы над ним. Выводы делаются с учетом опубликованных в литературе различных точек зрения по проблеме рассматриваемой в реферате, сопоставления их и личного мнения автора реферата. Заключение по объему не должно превышать 1,5-2 страниц.

Приложения могут включать графики, таблицы, расчеты. Они должны иметь внутреннюю (собственную) нумерацию страниц.

Библиография (список литературы) здесь указывается реально использованная для написания реферата литература, периодические издания и электронные источники информации. Список составляется согласно правилам библиографического описания.

Процедура оценивания

При аттестации бакалавра по итогам его работы над рефератом, руководителем используются критерии оценки качества **процесса подготовки реферата**, критерии оценки **содержания реферата**, критерии оценки **оформления реферата**, критерии оценки **участия обучающегося в контрольно-оценочном мероприятии**.

1. *Критерии оценки содержания реферата*: степень раскрытия темы; самостоятельность и качество анализа теоретических положений; глубина проработки, обоснованность методологической и методической программы исследования; качество анализа объекта и предмета исследования; проработка литературы при написании реферата.

2. *Критерии оценки оформления реферата*: логика и стиль изложения; структура и содержание введения и заключения; объем и качество выполнения иллюстративного материала; качество ссылок и списка литературы; общий уровень грамотности изложения.

3. *Критерии оценки качества подготовки реферата*: способность работать самостоятельно; способность творчески и инициативно решать задачи; способность рационально планировать этапы и время выполнения реферата, диагностировать и анализировать причины появления проблем при выполнении реферата, находить оптимальные способы их решения; дисциплинированность, соблюдение плана, графика подготовки диссертации; способность вести дискуссию, выстраивать аргументацию с использованием результатов исследований, демонстрация широты кругозора;

4. *Критерии оценки участия бакалавра в контрольно-оценочном мероприятии*: способность и умение публичного выступления с докладом; способность грамотно отвечать на вопросы;

7.1.1. Шкала и критерии оценивания реферата

– оценка «отлично» по реферату присваивается за глубокое раскрытие темы, качественное оформление работы, содержательность доклада и презентации;

– оценка «хорошо» по реферату присваивается при соответствии выше перечисленным критериям, но при наличии в содержании работы и ее оформлении небольших недочетов или недостатков в представлении результатов к защите;

– оценка «удовлетворительно» по реферату присваивается за неполное раскрытие темы, выводов и предложений, носящих общий характер, отсутствие наглядного представления работы и затруднения при ответах на вопросы;

– оценка «неудовлетворительно» по реферату присваивается за слабое и неполное раскрытие темы, несамостоятельность изложения материала, выводы и предложения, носящие общий характер, отсутствие наглядного представления работы и ответов на вопросы.

Оценка по реферату расписывается преподавателем в оценочном листе. (Приложение 2)

7.2. Выполнение и сдача расчетно-графической работы (РГР) по теме «Выбор электродвигателя для рабочей машины с заданным режимом работы»

В ходе выполнения РГР обучающийся должен:

- освоить методику расчета мощности электродвигателя по нагреву с проверкой по условию пуска и перегрузочной способности;
- научиться анализу механических характеристик электродвигателя и рабочей машины при пуске и установившемся режиме работы электропривода;
- уметь оценить экономичность работы электропривода;

- усвоить методику выбора электропроводки для подключения электродвигателя к сети.

Место РГР в структуре дисциплины

Разделы дисциплины, освоение которых обучающимися сопровождается или завершается		Компетенции, формирование/развитие которых обеспечивается в ходе выполнения
№	Наименование	
6	Асинхронные электрические приводы. Характеристики и режимы работы	
		ОПК-1.1, ОПК-4.

Перечень вопросов для выполнения РГР

Перед выполнением РГР обучающийся должен Изучить следующие вопросы теоретического курса:

1. Определение необходимой мощности электродвигателя при различных режимах работы приводной машины.
2. Расчет и построение механических характеристик асинхронного двигателя и рабочей машины.
3. Зависимость крутящего момента асинхронного двигателя от величины напряжения сети.
4. Основы динамики электропривода (уравнение движения, статический и динамический моменты).
5. Показатели экономичности работы асинхронного двигателя и их зависимость от нагрузки.
6. Правила выбора марки, способа прокладки и сечения проводов электрической цепи.

Методические указания по проведению расчетов при выполнении РГР

Расчеты по РГР осуществляются в следующей последовательности.

1. После получения индивидуального задания от преподавателя обучающийся должен построить и заполнить таблицу, полученными исходными данными к расчету

Таблица исходных данных к расчету

Нагрузка двигателя Р, кВт				Продолжительность работы t, мин.				Число пар полюсов двигателя	Данные о рабочей машине и передаче				Снижение напряжения в сети
P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄	p	n, мин ⁻¹	M _{с.н.} , Н·м	χ	η _{пер}	ΔU, %

По данным этой таблицы обучающийся строит нагрузочную диаграмму двигателя P(t), вычисляет эквивалентную по нагреву мощность нагрузки на валу электродвигателя P_э и по условиям выбора электродвигателя, описанным в методических указаниях [1] в пп.7.2.1, подбирает нужный двигатель из каталога, паспортные данные которого соответствуют условиям выбора. Параметры выбранного двигателя обучающийся сводит в таблицу

Таблица параметров выбранного двигателя

Тип электродвигателя	P _н , кВт	I _н , А	n _н , мин ⁻¹	cosφ _н	η _н , %	k _п	m _п	m _к

На нагрузочную диаграмму двигателя P(t) наносятся вычисленные значения

2. Далее вычисляется активная P_н и полная S_н мощности (кВт), потребляемые электродвигателем в номинальном режиме, и пусковой I_п (А) по формулам, приведенным в методических указаниях [1] в пп.7.2.1.

3. По формулам, приведенным в методических указаниях [1] в пп.7.2.1, осуществляется расчет данных для построения механических характеристик двигателя и рабочей машины. Эти данные заносятся в таблицы

Таблица. Данные к построению механических характеристик двигателя

s (скольжение)	0	s _н =	0,1	s _к =	0,3	0,5	1,0
ω, 1/с	ω ₀ =	ω _н =		ω _к =			0
M _{дв} при U _н , Н·м							
M _{дв} при U _{пони} , Н·м							

Таблица. Данные к построению механических характеристик рабочей машины

ω, 1/с	0				ω ₀ =
M _{с.пр.} , Н·м					

По вычисленным данным строятся две механические характеристики двигателя при номинальном U_н и пониженном U_{пони} напряжении сети и механическая характеристика рабочей машины.

4. По полученным характеристикам находится точка равенства моментов $M_{дв} = M_{с.пр} = M_{уст}$ – точка статического (установившегося) режима с постоянной скоростью вращения $\omega_{уст}$. Из анализа механических характеристик процессов пуска, разгона и установившегося режима электропривода обучающемуся следует сделать вывод о соответствии выбранного им электродвигателя для заданной ему преподавателем рабочей машины.

5. Выбор марки провода или кабеля для и способ его прокладки производится с учетом условий окружающей среды (влажность, температура, запыленность, наличие агрессивной среды) и требований пожарной безопасности [2] (см. пп. 7.2.1). Сечение провода определяется из условия допустимой температуры нагрева провода. Ток при номинальном режиме работы электропривода не должен превышать длительно допустимое значение тока для выбранного провода или кабеля ($I_n \leq I_{доп}$).

По требования электробезопасности металлический корпус электродвигателя должен быть заземлен.

7.2.1. Информационно-методическое обеспечение процесса выполнения РГР

1. Методические указания к внеаудиторной работе студентов по дисциплине «Электропривод и электрооборудование»: Методич. Указания / Сост. В.И. Черняков. – Омск: Издательство ОмГАУ, 2004. 24 с.

2. Правила устройства электроустановок. – СПб.: Изд-во ДЕАН, 2001. – 648 с.

3. Обеспечение процесса выполнения РГР учебной литературой и иными библиотечно-информационными ресурсами и средствами обеспечения образовательного процесса – см. п. 10.

7.2.2. Шкала и критерии оценивания РГР

Для оценивания РГР обучающегося используются две приведённых ниже группы критериев оценки:

- критерии оценки содержания РГР (степень полноты расчетов);
- критерии оценки оформления РГР (соответствие оформления ГОСТ 2.105—95 – стиль изложения; структура и содержание введения и заключения; правильность оформления формул и ссылок к ним; объем и качество выполнения иллюстративного материала; качество списка литературы; общий уровень грамотности изложения);

«Зачтено» выставляется обучающемуся, если обе группы приведенных выше критериев дают положительные оценки по выполненной РГР.

7.3. Рекомендации по самостоятельному изучению тем

ВОПРОСЫ

для самостоятельного изучения темы 5.1

«Регулирование координат ЭП-ПТ»

- 1) Чем отличается регулирование от изменения координат электрического привода?
- 2) Какая характеристика обычно принимается в качестве основной (естественной)?
- 3) Что такое двузонное регулирование координат электрического привода?
- 4) Что такое диапазон регулирования?
- 5) Какое регулирование называется плавным, а какое – ступенчатым?
- 6) Как определяется допустимая нагрузка на искусственных характеристиках?
- 7) Как оценивается экономичность регулирования?
- 8) Как определяется срок окупаемости оборудования, применяемого для регулирования координат электрического привода?
- 9) Каким критериям должен удовлетворять идеальный способ регулирования координат электрического привода?

ВОПРОСЫ

для самостоятельного изучения темы 5.2

«Реостатное регулирование при питании якорной цепи от источника напряжения ($U=const$), а также от источника тока ($I=const$)»

- 1) Можно ли при реостатном регулировании увеличить скорость вращения двигателя по отношению к номинальному значению скорости?
- 2) Является ли реостатное регулирование двузонным?
- 3) Будет ли в характеристиках системы «источник тока – двигатель» точка идеального холостого хода меняться при изменении дополнительного сопротивления R_d ?
- 4) Чему равна скорость идеального холостого хода в системе «источник тока – двигатель»?

- 5) Будет ли в характеристиках системы «источник тока – двигатель» меняться точка короткого замыкания при изменении дополнительного сопротивления R_{∂} ?

ВОПРОСЫ

для самостоятельного изучения темы 5.3

«Общие характеристики реостатного регулирования и его практическое применение»

- 1) Можно ли с помощью реостатного регулирования увеличить скорость вращения двигателя в системе «источник тока – двигатель» по отношению к номинальному значению скорости?
- 2) Чему приблизительно равен момент короткого замыкания в системе «источник тока – двигатель», если пренебречь активным сопротивлением цепи якоря $R_{\text{я}}$?
- 3) Является ли реостатное регулирование в системе «источник тока – двигатель» двузонным?
- 4) Как жесткость характеристики при реостатном регулировании координатами электропривода системы «источник тока – двигатель» зависит от скорости ω ?
- 5) Какой главный недостаток реостатного регулирования координатами электропривода системы «источник тока – двигатель»?

ВОПРОСЫ

для самостоятельного изучения темы 5.4

«Регулирование координат изменением магнитного потока»

- 1) Каково влияние тока возбуждения на работу электропривода постоянного тока?
- 2) Зависит ли точка короткого замыкания для электромеханических характеристик электропривода постоянного тока от изменения магнитного потока статора двигателя?
- 3) Зависит ли точка короткого замыкания для механических характеристик электропривода постоянного тока от изменения магнитного потока статора двигателя?
- 4) Зависит ли точка идеального холостого хода характеристик электропривода постоянного тока от изменения магнитного потока статора двигателя?
- 5) Является ли регулирование координат изменением магнитного потока двузонным?
- 6) Перечислите основные достоинства и недостатки регулирования координат электропривода постоянного тока посредством изменения магнитного потока статора двигателя.

ВОПРОСЫ

для самостоятельного изучения темы 5.5

«Регулирование скорости изменением напряжения на якоре»

- 1) Каково влияние тока якоря на работу электропривода постоянного тока?
- 2) Зависит ли точка короткого замыкания характеристик электропривода постоянного тока от изменения напряжения в якорной цепи?
- 2) Зависит наклон характеристик электропривода постоянного тока (величина $\Delta\omega$) от изменения напряжения в якорной цепи?
- 3) Зависит ли точка идеального холостого хода характеристик электропривода постоянного тока от изменения напряжения в якорной цепи?
- 4) Является ли данное регулирование двузонным?
- 5) Перечислите основные достоинства и недостатки регулирования координат электропривода постоянного тока посредством изменения напряжения в якорной цепи двигателя.

ВОПРОСЫ

для самостоятельного изучения темы 5.6

«Реализация управляемого преобразователя в электроприводах, регулируемых изменением напряжения, на основе управляемого выпрямителя»

- 1) В какой из систем «управляемый преобразователь-двигатель» (УП-Д) жесткость по скорости будет больше – в замкнутой или разомкнутой?
- 2) В какой из систем УП-Д требуется более высокое напряжение для получения одной и той же скорости идеального холостого хода – в замкнутой или разомкнутой?
- 3) С какой целью применяются системы УП-Д с отрицательной обратной связью по току с отсечкой?
- 4) Как в таких системах устанавливается требуемая характеристика и нужный предельный момент?

ВОПРОСЫ

для самостоятельного изучения темы 6.3

«Вращающееся магнитное поле статора трёхфазного двигателя»

- 1) Что такое скольжение?
- 2) Чему равна наведенная в короткозамкнутом роторе ЭДС, если скольжение равно нулю?
- 3) Чему будет равен ток в короткозамкнутом роторе при $\omega = \omega_0$?
- 4) Что представляет собой статор трёхфазного асинхронного двигателя?
- 5) Определите направление вектора магнитной индукции магнитного поля статора в момент времени, когда $\alpha = \omega t = 45^\circ$.

6) Как меняется модуль вектора магнитной индукции суммарного поля в статоре трёхфазного асинхронного двигателя?

ВОПРОСЫ

для самостоятельного изучения темы 6.4

«Механические характеристики асинхронного двигателя»

- 1) От чего зависит момент, создаваемый вращающимся магнитным полем статора и действующий на короткозамкнутый ротор?
- 2) Чему приближённо равны критические значения этого момента при активном сопротивлении обмотки статора много меньше активного сопротивления обмотки короткозамкнутого ротора $R_1 \ll R'_2$?
- 3) Чему равны критические значения скольжения при $R_1 \ll R'_2$?
- 4) Как изменяется сила тока в короткозамкнутом роторе в зависимости от скольжения?
- 5) Какой знак имеет жесткость β механической характеристики АД-КЗ на рабочем участке?
- 6) Какой знак имеет жесткость β механической характеристики АД-КЗ на участке, где скольжение по модулю больше критического $|s| > |s_{кр}|$?
- 7) По каким опорным точкам и как строятся механические и электромеханические характеристики асинхронного двигателя?

ВОПРОСЫ

для самостоятельного изучения темы 6.5

«Режимы работы асинхронного электрического привода»

- 1) Какие значения принимает скольжение s в режиме двигателя?
- 2) Какие значения принимает скольжение s в режиме генератора?
- 3) Какие значения принимает скольжение s в режиме электромагнитного торможения?
- 4) В чем заключается проблема пуска асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором (АД-КЗ)?

ВОПРОСЫ

для самостоятельного изучения темы 6.6

«Номинальные данные асинхронного электропривода»

- 1) Назовите диапазон номинальных значений скольжения асинхронных двигателей.
- 2) Какие номинальные данные можно прочесть на прикрепленном к корпусу двигателя шильдику?
- 3) Какие номинальные данные двигателя можно определить по каталогу?

ВОПРОСЫ

для самостоятельного изучения темы 7.1

«Свойство саморегулирования – устойчивость статического режима работы асинхронного электропривода»

- 1) Какой статический режим работы электродвигателя называется устойчивым?
- 2) Объясните, каким образом происходит саморегулирование статической работы асинхронного двигателя.
- 3) Какие существуют возможности регулирования режимов работы асинхронных двигателей?

ВОПРОСЫ

для самостоятельного изучения темы 7.2

«Частотное регулирование координат двигателя с короткозамкнутым ротором»

- 1) Как будут изменяться критические моменты $M_{кр}$ искусственных характеристик при частотном регулировании АД-КЗ, если увеличивать частоту тока f_1 при $\frac{U_1}{f_1} = const$?
- 2) Как будут изменяться критические моменты $M_{кр}$ искусственных характеристик, если увеличивать частоту тока f_1 при постоянном напряжении U_1 ?
- 3) Является ли данное регулирование двузонным?
- 4) Назовите достоинства и недостатки частотного регулирования АД-КЗ.
- 5) Из каких устройств состоит частотно-регулируемый асинхронный электропривод?
- 6) Какую функцию здесь выполняет выпрямитель с LC-фильтром?
- 7) Какую функцию здесь выполняет автономный инвертор напряжения?
- 8) Что собой представляет автономный инвертор напряжения в упрощённом виде?

Общий алгоритм самостоятельного изучения темы

1) Ознакомиться с рекомендованной учебной литературой и электронными ресурсами по теме (ориентируясь на вопросы для самоконтроля).
2) На этой основе составить развёрнутый план изложения темы
3) Выбрать форму отчетности конспектов (план – конспект, текстуальный конспект, свободный конспект, конспект – схема)
2) Оформить отчётный материал в установленной форме в соответствии методическими рекомендациями
3) Провести самоконтроль освоения темы по вопросам, выданным преподавателем
4) Предоставить отчётный материал преподавателю по согласованию с ведущим преподавателем
5) Подготовиться к предусмотренному контрольно-оценочному мероприятию по результатам самостоятельного изучения темы
6) Принять участие в указанном мероприятии, пройти рубежное тестирование по разделу на аудиторном занятии и заключительное тестирование в установленное для внеаудиторной работы время

7.3.1 Шкала и критерии оценивания самостоятельного изучения темы

- оценка «зачтено» выставляется, если обучающийся оформил отчетный материал в виде доклада на основе самостоятельного изученного материала, смог всесторонне раскрыть теоретическое содержание темы.

- оценка «не зачтено» выставляется, если обучающийся неаккуратно оформил отчетный материал в виде доклада на основе самостоятельного изученного материала, не смог всесторонне раскрыть теоретическое содержание темы.

8. Входной контроль и текущий (внутрисеместровый) контроль хода и результатов учебной работы

8.1 Вопросы для входного контроля

1. Основное уравнение динамики для вращательного движения.
2. Законы сохранения момента импульса и кинетической энергии тел вращения.
3. Законы постоянного тока. Электрические цепи. Применение законов Кирхгофа к расчету электрических цепей.
4. Состав и режимы работы электрических цепей.
5. Методы свертывания сопротивлений при расчете линейных электрических цепей постоянного тока. Замена треугольника звездой.
6. Методы расчета цепей (на основе законов Кирхгофа, контурных токов и междуузловых напряжений).
7. Магнитное поле и магнитодвижущая сила. Закон Ампера. Правило левой руки. Магнитный поток, магнитные цепи.
8. Явление электромагнитной индукции. ЭДС индукции. Получение синусоидальной ЭДС. Величины, характеризующие синусоидальные ЭДС, напряжение и ток.
9. Простейшие электрические цепи (с активным сопротивлением, с индуктивным сопротивлением (идеальная и реальная катушки), с емкостным сопротивлением).
10. Электрические цепи с последовательным и параллельным соединением реальной катушки с конденсатором. Явления резонанса тока и напряжения.
11. Применение комплексных чисел при расчете электрических цепей синусоидального переменного тока. Алгебраическая, тригонометрическая и показательная формы представления токов и напряжений комплексными числами.
12. Соединение «звездой» в трехфазных цепях. Векторные диаграммы.
13. Соединение «треугольником» в трехфазных цепях. Векторные диаграммы.
14. Устройство и принцип действия силового однофазного трансформатора. Режимы работы трансформатора. Повышающие, понижающие и согласующие трансформаторы и их практическое применение.
15. Потери мощности при работе трансформатора, Методы определения КПД трансформатора.
16. Устройство и принцип действия автотрансформатора.
17. Измерительные трансформаторы тока, напряжения и мощности.
18. Электрические машины и их классификация. История появления первых электрических машин разного типа.
19. Электрические машины постоянного тока. Принцип действия генератора постоянного тока на упрощенной модели. Коллекторно-щеточный механизм и его функции.
20. Принцип работы электродвигателя постоянного тока. Электродвигатели и генераторы постоянного тока с независимым, параллельным, последовательным и смешанным возбуждением.
21. Электрические машины переменного тока. Статор и ротор. Индуктор и якорь в отличие от электрической машины постоянного тока.
22. Синхронные и асинхронные электрические машины переменного тока.

23. Вращающееся магнитное поле трехфазного электродвигателя переменного тока. Изменение направления вектора магнитной индукции от обмоток статора, питаемых трехфазным синусоидальным током. Построить векторные диаграммы.
24. Устройство и принцип действия синхронного трехфазного генератора.
25. Асинхронные электрические машины. Скольжение. Связь ЭДС статора и ротора в асинхронной машине. Частота токов статора и ротора. Зависимость частоты вращения ротора от скольжения. Основные режимы работы асинхронной машины.
26. Устройство и принцип действия асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.
27. Устройство и принцип действия асинхронного двигателя с фазным ротором.
28. Вентильно-индукторные электродвигатели. Шаговые электродвигатели. Сервомоторы.

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ответов на вопросы входного контроля

- оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если вопрос раскрыт, во время дискуссии высказывается собственная точка зрения на обсуждаемую проблему, демонстрируется способность аргументировать доказываемые положения и выводы.

- оценка «не зачтено» выставляется, если обучающийся не способен доказать и аргументировать собственную точку зрения по вопросу, не способен сослаться на мнения ведущих специалистов по обсуждаемой проблеме.

8.2. Текущий контроль успеваемости

В течение семестра, проводится текущий контроль успеваемости по дисциплине, к которому обучающийся должен быть подготовлен.

Отсутствие пропусков аудиторных занятий, активная работа на практических занятиях, общее выполнение графика учебной работы являются основанием для получения положительной оценки по текущему контролю.

В качестве текущего контроля может быть использован тестовый контроль. Тест состоит из небольшого количества элементарных вопросов по основным разделам дисциплины: неправильные решения разбираются на следующем занятии; частота тестирования определяется преподавателем.

ВОПРОСЫ для самоподготовки к лабораторным занятиям

В процессе подготовки к лабораторной работе обучающийся изучает представленные ниже вопросы по темам. На занятии обучающийся демонстрирует свои знания по изученным вопросам в форме устного ответа.

Общий алгоритм самоподготовки

Тема 1. Изучение аппаратуры автоматического управления и защиты электроустановок

- 1) Влияние переменного тока на организм человека
- 2) Влияние постоянного тока на организм человека
- 3) Влияние импульсных токов в сетях автоматического управления на организм человека
- 4) Общие правила безопасности при работе с электроустановками

Задание. Подготовить отчет по данной теме лабораторной работы.

Тема 2. Механические характеристики двигателя и нагрузки ЭП

- 1) Моменты сил, действующие в различных режимах работы электропривода
- 2) Основные параметры электродвигателя и нагрузки
- 3) Соотношения между параметрами ЭП и статические характеристики
- 4) Естественные и искусственные механические характеристики электродвигателя

Задание. Подготовить отчет по данной теме лабораторной работы.

Тема 3. Реостатное регулирование координат ЭП-ПТ

- 1) Реостатное регулирование при питании якорной цепи от источника напряжения ($U = \text{const}$)
- 2) Реостатное регулирование при питании якорной цепи от источника тока ($I = \text{const}$)
- 3) Общие характеристики реостатного регулирования и его практическое применение

Задание. Подготовить отчет по данной теме лабораторной работы.

Тема 4. Исследование работы трехфазного асинхронного двигателя под нагрузкой

- 1) Принцип действия асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором (АД-КЗ)
- 2) Процессы, протекающие при вращающемся короткозамкнутом роторе.
- 3) Вращающееся магнитное поле статора трёхфазного двигателя.
- 4) Механические характеристики асинхронного двигателя
- 5) Номинальные данные асинхронного электропривода

Задание. Подготовить отчет по данной теме лабораторной работы.

Тема 5. Торможение трёхфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором

- 1) Конструкция и принцип действия асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором
- 2) Режимы работы асинхронного электрического привода
- 3) Режим электромагнитного торможения

Задание. Подготовить отчет по данной теме лабораторной работы.

Тема 6. Пуск трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором

- 1) Условия пуска трёхфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором
- 2) Генераторный, двигательный и режимы асинхронного двигателя
- 3) Определение пускового тока по паспортным данным асинхронного двигателя
- 4) Магнитный пускатель и его функции

Задание. Подготовить отчет по данной теме лабораторной работы.

Тема 7. Исследование нереверсивного магнитного пускателя

- 1) Что представляет собой магнитный пускатель и для чего он предназначен?
- 2) Конструкция и принцип действия магнитного пускателя
- 3) Общая принципиальная схема включения трехфазного двигателя через нереверсивный магнитный пускатель.

Задание. Подготовить отчет по данной теме лабораторной работы.

Тема 8. Исследование реверсивных магнитных пускателей

- 1) Основное отличие реверсивных магнитных пускателей от нереверсивных.
- 2) Как осуществляется реверс двигателя с помощью магнитного пускателя?
- 3) Общая принципиальная схема включения трехфазного двигателя через реверсивный магнитный пускатель.

Задание. Подготовить отчет по данной теме лабораторной работы.

Тема 9. Испытание теплового реле

- 1) Причины возникновения неполнофазного режима работы трехфазного двигателя
- 2) Для чего нужно тепловое реле в комплекте с магнитным пускателем?
- 3) Принцип действия биметаллических пластин
- 4) Принцип действия теплового реле
- 5) От каких нежелательных явлений тепловое реле защищает трехфазный двигатель?

Задание. Подготовить отчет по данной теме лабораторной работы.

Тема 10. Исследование схемы управления навозным транспортёром ТСН – 3Б

- 1) Составные части навозного транспортёра ТСН – 3Б
- 2) Устройство цепи со скребками
- 3) Место расположения поворотных роликов и натяжного устройства
- 4) Привод навозного транспортёра ТСН – 3Б с системой управления.

Задание. Подготовить отчет по данной теме лабораторной работы.

Тема 11. Исследование работы частотного преобразователя

- 1) Типовая схема асинхронного электропривода с частотным преобразователем
- 2) Какую роль в этой схеме играет LC-фильтр?
- 3) Назначение инвертора напряжения
- 4) Принцип действия трехфазного автономного инвертора напряжения.

Задание. Подготовить отчет по данной теме лабораторной работы.

8.2.1 Шкала и критерии оценивания самоподготовки по темам лабораторных занятий

- оценка «зачтено» выставляется, если обучающийся теоретически подготовлен к выполнению лабораторной работы.
- оценка «не зачтено» выставляется, если обучающийся теоретически неподготовлен к выполнению лабораторной работы.

9. Промежуточная (семестровая) аттестация по курсу

9.1. Нормативная база проведения промежуточной аттестации обучающихся по результатам изучения дисциплины:	
1) действующее «Положение о текущем контроле успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования (бакалавриат, специалитет, магистратура) и среднего профессионального образования в ФГБОУ ВО Омский ГАУ»	
9.2. Основные характеристики промежуточной аттестации обучающихся по итогам изучения дисциплины	
Цель промежуточной аттестации -	установление уровня достижения каждым обучающимся целей обучения по данной дисциплине, изложенных в п.1.1 настоящего документа
Форма промежуточной аттестации -	экзамен
Место экзамена в графике учебного процесса:	1) подготовка к экзамену и сдача экзамена осуществляется за счёт учебного времени (трудоемкости), отведённого на экзаменационную сессию для обучающихся, сроки которой устанавливаются приказом по университету
	2) дата, время и место проведения экзамена определяется графиком сдачи экзаменов, утверждаемым деканом выпускающего факультета
Форма экзамена -	Письменный
Время проведения экзамена	Дата, время и место проведения экзамена определяется графиком сдачи экзаменов, утверждаемым деканом факультета
Экзаменационная программа по учебной дисциплине:	1) представлена в фонде оценочных средств по дисциплине 2) охватывает разделы №№ 1 – 7 (в соответствии с п. 2.2 настоящего документа)
Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков:	представлены в фонде оценочных средств по дисциплине

ПРОЦЕДУРА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКЗАМЕНА

На экзамен обучающийся должен приходить согласно расписанию с зачеткой, в которой должна быть отметка о допуске обучающегося к сдаче экзамена.

Обучающийся случайным образом берет экзаменационный билет (образец билета см. ниже) в течение 45 минут готовит письменный ответ на два теоретических вопроса и решает пример, содержащиеся в билете. При подготовке ответа нельзя пользоваться учебниками и конспектами. Можно лишь в случае непонимания вопроса обратиться к преподавателю за разъяснением.

В случае отказа отвечать на данный билет обучающийся может взять другой билет, но при этом его ответ будет оценен на балл ниже.

Во время ответа обучающегося преподаватель может, с целью уточнения знаний экзаменуемого, задать несколько дополнительных вопросов по изложенным темам. Обучающийся должен правильно понимать смысл основных понятий дисциплины и уметь давать им точные определения.

Оценивание ответа обучающегося производится преподавателем в соответствии со шкалой и критериев оценивания, указанных ниже. Сначала свою оценку экзаменуемому преподаватель выставляет в ведомости, а затем – в соответствующей строке зачетной книжки экзаменуемого.

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ответов на вопросы экзамена

Результаты экзамена определяют оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и объявляют в день экзамена.

Оценку «отлично» выставляют обучающемуся, глубоко и прочно освоившему теоретический и практический материал дисциплины. Ответ должен быть логичным, грамотным. Обучающемуся необходимо показать знание не только основного, но и дополнительного материала, быстро ориентироваться, отвечая на дополнительные вопросы. Обучающийся должен свободно справляться с поставленными задачами, правильно обосновывать принятые решения.

Оценку «хорошо» заслуживает обучающийся, твердо знающий программный материал дисциплины, грамотно и по существу излагающий его. Не следует допускать существенных неточностей при ответах на вопросы, необходимо правильно применять теоретические положения при решении практических задач, владеть определенными навыками и приемами их выполнения.

Оценку «удовлетворительно» получает обучающийся, который имеет знания только основного материала, но не усвоил его детали, испытывает затруднения при решении практических задач. В ответах на поставленные вопросы обучающимся допущены неточности, даны недостаточно правильные формулировки, нарушена последовательность в изложении программного материала.

Оценка «неудовлетворительно» говорит о том, что обучающийся не знает значительной части материала по дисциплине, допускает существенные ошибки в ответах, не может решить практические задачи или решает их с затруднениями.

9.3. Заключительное тестирование по итогам изучения дисциплины

По итогам изучения дисциплины, обучающиеся проходят заключительное тестирование. Тестирование является формой контроля, направленной на проверку владения терминологическим аппаратом, современными информационными технологиями и конкретными знаниями в области фундаментальных и прикладных дисциплин.

9.3.1 Подготовка к заключительному тестированию по итогам изучения дисциплины

Тестирование осуществляется по всем темам и разделам дисциплины, включая темы, выносимые на самостоятельное изучение.

Процедура тестирования ограничена во времени и предполагает максимальное сосредоточение обучающегося на выполнении теста, содержащего несколько тестовых заданий.

Тестирование проводится в письменной форме (на бумажном носителе). Тест включает в себя 30 вопросов. Время, отводимое на выполнение теста - 30 минут. В каждый вариант теста включаются вопросы в следующем соотношении: закрытые (одиночный выбор) – 25-30%, закрытые (множественный выбор) – 25-30%, открытые – 25-30%, на упорядочение и соответствие – 5-10%

На тестирование выносятся по 10 вопросов из каждого раздела дисциплины.

Бланк теста

Образец

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина»

Тестирование по итогам освоения дисциплины «Электропривод и электрооборудование»

ФИО _____ группа _____
Дата _____

Уважаемые обучающиеся!

Прежде чем приступить к выполнению заданий внимательно ознакомьтесь с инструкцией:

1. Отвечая на вопрос с выбором правильного ответа, правильный, на ваш взгляд, ответ (ответы) обведите в кружок.

2. В заданиях открытой формы впишите ответ в пропуск.

3. В заданиях на соответствие заполните таблицу.

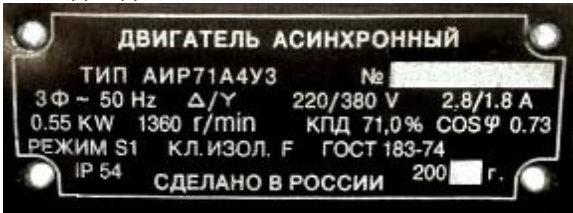
4. В заданиях на правильную последовательность впишите порядковый номер в квадрат.

4. Время на выполнение теста – 30 минут

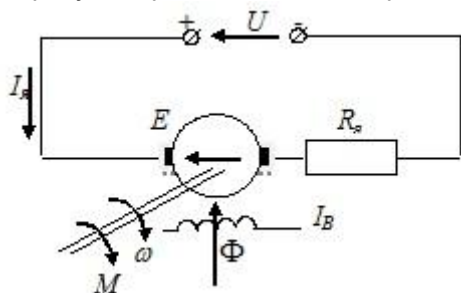
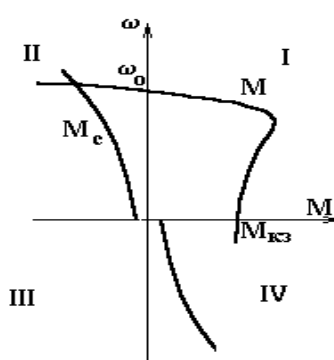
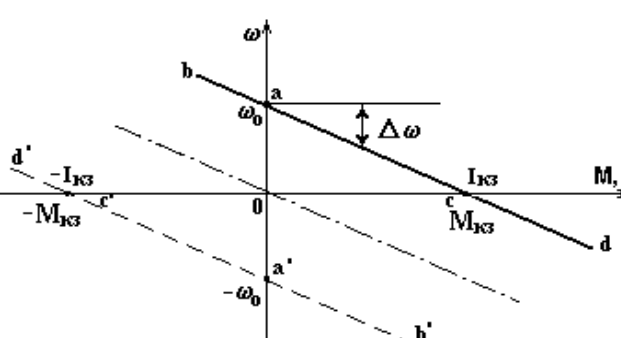
5. За каждый верный ответ Вы получаете 1 балл, за неверный – 0 баллов.
Максимальное количество полученных баллов 30.
Желаем удачи!

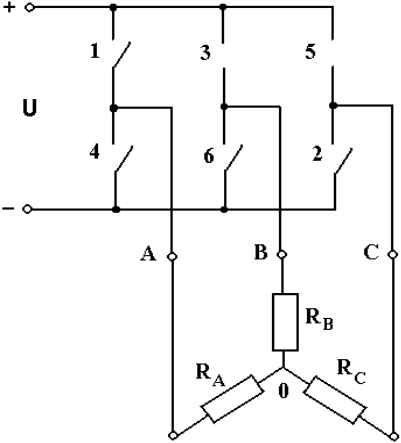
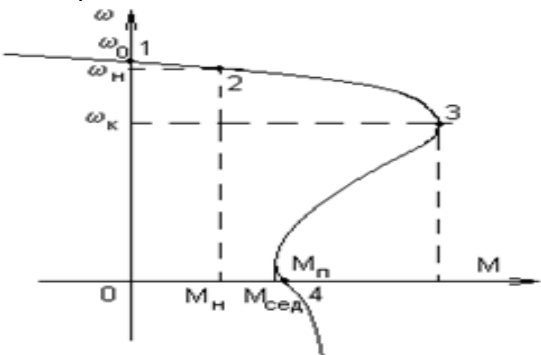
Вариант № 1

1.	Электрический привод представляет собой ... - электромеханический преобразователь электрической энергии в механическую; - электрический преобразователь параметров электрической энергии; - электромеханическую систему, которая преобразует электрическую энергию в механическую и передаёт её рабочей машине с целью совершения последней заданной механической работы; - передаточный механизм силовой энергетической установки, приводящей в движение рабочие органы машины.
2.	В механическую часть электропривода входят ... - источник электроэнергии и силовой преобразователь; - источник электроэнергии, силовой преобразователь и электродвигатель; - источник электроэнергии, силовой преобразователь и электронный блок управления; - передаточное устройство и исполнительные органы рабочей машины; - Электродвигатель, передаточное устройство и исполнительные механизмы рабочей машины.
3.	Механическая передача включает в себя ... - совокупность функционально связанных электромагнитных, электромеханических, полупроводниковых элементов; - редукторы, клиноременные и цепные передачи, электромагнитные муфты скольжения и т.п.; - совокупность электрических и механических элементов, обеспечивающих взаимодействие электропривода с сопредельными системами и отдельных частей электропривода между собой; - исполнительные органы рабочей машины.
4.	1. Уравнение движения электропривода имеет вид: - $J \frac{d\omega}{dt} = M - M_c$; - $m \frac{dv}{dt} = M + M_c$; - $m \frac{dv}{dt} = M - M_c$; - $J \frac{d\omega}{dt} = M - M_c$.
5.	Механическая характеристика машины постоянного тока (МПТ) имеет вид... - $M_c(\omega) = M_{co} + (M_{сн} - M_{co}) \left(\frac{\omega}{\omega_n} \right)^a$; - $\sum M = \frac{d}{dt} \left(\Phi \cdot \omega \right)$; - $\omega(I) = \frac{U}{K\Phi} - \frac{R}{K\Phi} I$; - $\omega(M) = \frac{U}{K\Phi} - \frac{R}{(K\Phi)^2} M$.
6.	Частота вращения вращающегося магнитного поля, создаваемого обмотками статора 4-полюсного трехфазного двигателя, которые подключены к трехфазной сети синусоидального тока с частотой 50 Гц равна... - 3000 об/мин; - 1500 об/мин; - 750 об/мин; - 600 об/мин
7.	Режим работы асинхронного двигателя, при котором скорость вращения его ротора ω равна скорости вращающегося магнитного поля ω_0, создаваемого обмотками его статора, называется... - генераторным режимом; - двигательным режимом; + режимом холостого хода; - режимом короткого замыкания; - режимом торможения

8.	Автономный трехфазный инвертор напряжения позволяет... - изменять частоту и напряжение трехфазного переменного тока; - изменять только частоту трехфазного переменного тока; - преобразовывать электрическую энергию от постоянного источника тока в трехфазный ток с частотой, которую можно изменять в достаточно широком диапазоне; - преобразовывать электрическую энергию от постоянного источника напряжения в трехфазный ток с частотой, которую можно изменять в достаточно широком диапазоне
9.	За 10 секунд ротор 4-полюсного синхронного трехфазного двигателя после его включения в трехфазную сеть с частотой 50 Гц совершит полных оборотов... - 500; + 250; - 166; - 125.
10.	Электромеханическая постоянная времени электропривода T_M - это время, в течение которого электропривод разгоняется без нагрузки из неподвижного состояния... - до номинальной скорости ω_H под действием неизменного момента, равного моменту короткого замыкания $M_{KЗ}$; - до скорости идеального холостого хода ω_0 под действием неизменного момента, равного моменту короткого замыкания $M_{KЗ}$; - до скорости идеального холостого хода ω_0 под действием неизменного номинального момента M_H; - до номинальной скорости ω_H под действием неизменного номинального момента M_H.
11.	Механическая характеристика электропривода называется абсолютно жесткой, если... - $\beta = \frac{dM}{d\omega} < 0$; - $\beta = \frac{dM}{d\omega} = 0$; - $\beta = \frac{dM}{d\omega} > 0$; + $\beta = \frac{dM}{d\omega} = \pm\infty$.
12.	Шильдик двигателя АИР71А4У3  Его номинальное скольжение s_H равно... - 0,2333; + 0,0933; - 0,0567; - 0,0167.

Вариант 2

1.	На рисунке представлена электрическая схема электродвигателя постоянного тока ...  + с независимым возбуждением; - со смешанным возбуждением; - с последовательным возбуждением; - с параллельным возбуждением.
2.	Противо-ЭДС E якоря машины постоянного тока равна ... - $\eta \cdot \Phi \cdot I_a$; - $K \cdot \Phi \cdot \omega$; - $K \cdot \Phi \cdot I_a$; - $\eta \cdot U \cdot I_a$.
3.	Слева на $M\omega$ – диаграмме представлены кривые механических характеристик и нагрузок ...  - коллекторного двигателя постоянного тока; - синхронного электродвигателя; - шагового сервомотора; - асинхронного электродвигателя.
4.	Слева на $M\omega$ – диаграмме представлена механическая и электрохимическая характеристики машины постоянного тока. Участок ab соответствует ...  - режиму рекуперативного торможения; - режиму динамического торможения; - режиму торможения противовключением; - двигательному режиму.
5.	Привод считают асимптотически устойчивым, если в точке установившегося режима выполняется соотношение: + $\frac{\partial M}{\partial \omega} - \frac{\partial M_c}{\partial \omega} < 0$; - $\frac{\partial M}{\partial \omega} - \frac{\partial M_c}{\partial \omega} = 0$; - $\frac{\partial^2 M}{\partial \omega^2} - \frac{\partial^2 M_c}{\partial \omega^2} = 0$; - $\frac{\partial M}{\partial \omega} - \frac{\partial M_c}{\partial \omega} > 0$.
6.	АД-КЗ работает в режиме двигателя, когда его скольжение s удовлетворяет условию ... + $0 \leq s \leq 1$; - $s = 1$; - $s < 0$; - $s > 1$.

7.	АД-КЗ работает в режиме электрогенератора, когда его скольжение s удовлетворяет условию ... - $0 \leq s \leq 1$; - $s = 1$; + $s < 0$; - $s > 1$.
8.	АД-КЗ работает в режиме электромагнитного торможения, когда его скольжение s удовлетворяет условию ... - $0 \leq s \leq 1$; - $s = 1$; - $s < 0$; + $s > 1$.
9.	 Слева представлена схема трехфазного автономного инвертора напряжений на шести ключах. Пусть $U = 1$ и $R_A = R_B = R_C = R = 1$. Тогда при замыкании ключей 2, 3, 4 падения напряжений на резисторах R_A, R_B, R_C равны ... - $U_A = 1/3, U_B = -2/3$ и $U_C = 1/3$; - $U_A = 2/3, U_B = -1/3$ и $U_C = -1/3$; - $U_A = 1/3, U_B = 1/3$ и $U_C = -2/3$; - $U_A = -1/3, U_B = 2/3$ и $U_C = -1/3$; - $U_A = -2/3, U_B = 1/3$ и $U_C = 1/3$; - $U_A = -1/3, U_B = -1/3$ и $U_C = 2/3$.
10.	Электромеханическая постоянная времени электропривода T_M характеризует его... - энергетические свойства, + инерционные свойства; - КПД; - энергопотребление.
11.	Механическая характеристика электропривода называется абсолютно жесткой, если... - $\beta = \frac{dM}{d\omega} < 0$; - $\beta = \frac{dM}{d\omega} = 0$; - $\beta = \frac{dM}{d\omega} > 0$; - $\beta = \frac{dM}{d\omega} = \pm\infty$.
12.	Кривая, представленная ниже на рис., является механической характеристикой... + асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором; - асинхронного электродвигателя с фазным ротором; - синхронного электродвигателя; - электродвигателя, питающегося от источника постоянного напряжения. 

9.3.2. Шкала и критерии оценивания ответов на тестовые вопросы тестирования по итогам освоения дисциплины

- оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если получено более 81% правильных ответов.
- оценка «хорошо» - получено от 71 до 80% правильных ответов.
- оценка «удовлетворительно» - получено от 61 до 70% правильных ответов.
- оценка «неудовлетворительно» - получено менее 61% правильных ответов.

9.4 Перечень примерных вопросов к экзамену

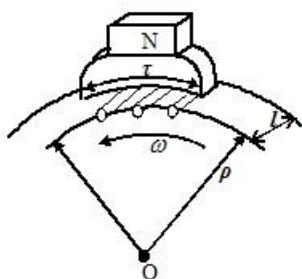
1. История возникновения электропривода.
2. Общее определение, структура и основные элементы автоматизированного электропривода.
3. Классификация электропривода по типу электродвигателя.
4. Активные и реактивные моменты электропривода
5. Типовые нагрузки механической части электропривода.
6. Электромеханическая постоянная времени электропривода.
7. Методы экспериментального определения момента инерции электропривода.
8. Основные параметры машины постоянного тока.
9. Простейшая модель электропривода постоянного тока.
10. Соотношения между параметрами электропривода и статические характеристики двигателя и нагрузки электропривода.
11. Жесткость статической характеристики. Статическая устойчивость электропривода. Электромеханические характеристики двигателя.
12. Характеристики и режимы работы электропривода постоянного тока с независимым возбуждением.
13. Тормозные режимы электропривода постоянного тока независимого возбуждения с источником питания $U = \text{const}$.
14. Характеристики и режимы работы электропривода постоянного тока независимого возбуждения с источником питания $I = \text{const}$.
15. Характеристики и режимы работы электропривода постоянного тока с последовательным возбуждением.
16. Особенности режима динамического торможения электропривода постоянного тока с последовательным возбуждением.
17. Регулирование координат электропривода постоянного тока.
18. Основные показатели эффективности регулирования координат электропривода постоянного тока.
19. Реостатное регулирование электропривода постоянного тока при питании якорной цепи от источника постоянного напряжения ($U = \text{const}$).
20. Реостатное регулирование электропривода постоянного тока при питании якорной цепи от источника тока ($I = \text{const}$).
21. Общие характеристики реостатного регулирования электропривода постоянного тока и его практическое применение.
22. Регулирование координат электропривода постоянного тока изменением магнитного потока.
23. Регулирование скорости электропривода постоянного тока изменением напряжения на якоре.
24. Реализация управляемого преобразователя в электроприводах, регулируемых изменением напряжения, на основе управляемого выпрямителя.
25. Методы построения механической и электромеханической характеристик по паспортным данным двигателя постоянного тока.
26. Состав и конструкция машин переменного тока, Классификация электроприводов переменного тока.
27. Процессы, протекающие при вращении короткозамкнутого ротора.
28. Вращающееся магнитное поле статора трёхфазного электродвигателя.
29. Механические характеристики асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.
30. Режимы работы асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.
31. Номинальные данные асинхронного электропривода.
32. Методы построения механической и электромеханической характеристик по паспортным данным асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.
33. Свойство саморегулирования – устойчивость статического режима работы асинхронного электропривода
34. Частотное регулирование координат двигателя с короткозамкнутым ротором.
35. Общая схема частотно-регулируемого асинхронного электропривода.
36. Однофазные автономные инверторы напряжения.
37. Трёхфазные и m -фазные автономные инверторы напряжения.
38. Использование широтно-импульсной модуляции в автономных инверторах напряжения и тока.
39. Циклоконвертеры.
40. Тиристорные преобразователи частоты.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина»

**Экзамен по дисциплине «Электропривод и электрооборудование»
для обучающихся по направлению 35.03.06 «Агроинженерия»**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1

1. История возникновения электропривода.
2. Реостатное регулирование электропривода постоянного тока при питании якорной цепи от источника тока ($I = \text{const}$).
3. На рисунке фрагмент машины постоянного тока. Магнитная индукция вблизи обмотки



якоря $B = 10 \text{ Тл}$, длина активной части проводника обмотки $l = 50 \text{ мм}$, радиус якоря $\rho = 100 \text{ мм}$. Вычислите ЭДС, которая возникнет в проводнике при вращении якоря с частотой 1500 об/мин.

**ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ
ответов на вопросы промежуточного контроля**

Результаты экзамена определяют оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и объявляют в день экзамена.

Оценку «отлично» выставляют обучающемуся, глубоко и прочно освоившему теоретический и практический материал дисциплины. Ответ должен быть логичным, грамотным. Обучающемуся необходимо показать знание не только основного, но и дополнительного материала, быстро ориентироваться, отвечая на дополнительные вопросы. Обучающийся должен свободно справляться с поставленными задачами, правильно обосновывать принятые решения.

Оценку «хорошо» заслуживает обучающийся, твердо знающий программный материал дисциплины, грамотно и по существу излагающий его. Не следует допускать существенных неточностей при ответах на вопросы, необходимо правильно применять теоретические положения при решении практических задач, владеть определенными навыками и приемами их выполнения.

Оценку «удовлетворительно» получает обучающийся, который имеет знания только основного материала, но не усвоил его детали, испытывает затруднения при решении практических задач. В ответах на поставленные вопросы обучающимся допущены неточности, даны недостаточно правильные формулировки, нарушена последовательность в изложении программного материала.

Оценка «неудовлетворительно» говорит о том, что обучающийся не знает значительной части материала по дисциплине, допускает существенные ошибки в ответах, не может решить практические задачи или решает их с затруднениями.

Выставление оценки осуществляется с учетом описания показателей, критериев и шкал оценивания компетенций по дисциплине, представленных в таблице 1.2

10. Информационное и методическое обеспечение учебного процесса по дисциплине

В соответствии с действующими государственными требованиями для реализации учебного процесса по дисциплине обеспечивающей кафедрой разрабатывается и постоянно совершенствуется учебно-методический комплекс (УМКД), соответствующий данной рабочей программе и прилагаемый к ней. При разработке УМКД кафедра руководствуется установленными университетом требованиями к его структуре, содержанию и оформлению. В состав УМКД входят перечисленные ниже и другие источники учебной и учебно-методической информации, средства наглядности.

Электронная версия актуального УМКД, адаптированная для обучающихся, выставляется в информационно-образовательной среде университета.

В рамках освоения дисциплины используются учебные материалы, размещенные в среде ЭИОС ОмГАУ_Moodle.

ПЕРЕЧЕНЬ литературы, рекомендуемой для изучения дисциплины	
Автор, наименование, выходные данные	Доступ
1	2
Рыбков И. С. Электротехника [Электронный ресурс]: учеб. пособие / И. С. Рыбков. - М.: ИНФРА-М, 2013. - 160 с.	http://znanium.com .
Славинский А. К. Электротехника с основами электроники [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. К. Славинский, И. С. Туревский. - М.: ФОРУМ : ИНФРА-М, 2013. - 448 с.	http://znanium.com .
Денисов В.П. Электрический привод : учебное пособие / В.П. Денисов, В.Д. Червенчук. – Омск, СиБАДИ, 2015 – 172 с.	ЭИОС ОмГАУ_Moodle
Иванов И. И. Электротехника и основы электроники [Электронный ресурс] : учебник / И. И. Иванов, Г. И. Соловьев, В. Я. Фролов. - СПб.: Лань, 2012. - 736 с.	http://e.lanbook.com
Электропривод и электрооборудование : учебник / А. П. Коломиец [и др.]. - М. : КолосС, 2007. - 327 с.	НСХБ
Касаткин А. С. Электротехника: учеб. для вузов/ А. С. Касаткин, М. В. Немцов. - М.: Академия, 2005. - 538 с.	НСХБ
Молчанов А. П. Курс электротехники и радиотехники [Электронный ресурс]/ А. П. Молчанов, П. Н. Занадворов. - СПб.: БХВ-Петербург, 2011. - 608 с.	http://znanium.com .
Надежность и ремонт машин : сб. науч. тр. / Моск. гос. агроинженер. ун-т. - М., 1994. - 121 с.	НСХБ
Гражданский кодекс Российской Федерации : Ч. 1 – 4.	ЭПС "Система Гарант"
Проничев Н. П. Справочник механизатора : учеб. пособие / Н. П. Проничев. - М. : Академия, 2003. - 268 с.	НСХБ
Летопись авторефератов диссертаций : гос. библиогр. указ. Рос. Федерации / Рос. кн. палата. - М., 1931 -	НСХБ
Достижения науки и техники АПК : ежемес. теорет. и науч.-практ. журн. - М. : [б. и.], 1987 -	НСХБ
Экологическая безопасность в АПК : реф. журн. / Центр. науч. с.-х. б-ка. - М., 1998 -	НСХБ
Повышение эффективности систем тягового электропривода автономных транспортных средств / Аносов В.Н., Кавешников В.М. - Новосиб.:НГТУ, 2014.	http://znanium.com .
Энергосберегающее векторное управление асинхронными электродвигателями: обзор состояния и новые результаты: Монография/Борисевич А. В. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015.	http://znanium.com .

Форма титульного листа реферата

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина»

Факультет технического сервиса

Кафедра Технического сервиса, механики и электротехники

Направление – 35.03.06 «Агроинженерия»

Реферат

по дисциплине «Электропривод и электрооборудование»

на тему: _____

Выполнил(а): ст. ____ группы

ФИО _____

Проверил(а): *уч. степень, должность*

ФИО _____

Омск – _____ г.

Результаты проверки реферата					
№ п/п	Оцениваемая компонента реферата и/или работы над ним	Оценочное заключение преподавателя			
		по данной компоненте			
		Она сформирована на уровне			
		высоком	среднем	минимально приемлемом	ниже приемлемого
1	Соблюдение срока сдачи работы				
2	Оценка содержания рефе- рата				
3	Оценка оформления рефе- рата				
4	Оценка качества подготов- ки реферата				
5	Оценка выступления с док- ладом и ответов на вопро- сы				
6	Степень самостоятельности обучающегося при подготов- ке реферата				
Общие выводы и замечания по реферату					
Реферат принят с оценкой:		_____		_____	
		(оценка)		(дата)	
Ведущий преподаватель дисциплины		_____		_____	
		(подпись)		И.О. Фамилия	
Обучающийся		_____		_____	
		(подпись)		И.О. Фамилия	