

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Рукович Александр Владимирович

Должность: Директор

Дата подписания: 25.11.2021 18:20:09

Уникальный программный ключ:

f45eb7c44954caac05ea7d4f32eb8d7d6b5cb96aebd9b4bda094afdda1fb705f

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего

образования

«СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.К. АММОСОВА»

Технический институт (филиал) ФГАОУ ВО «СВФУ» в г. Нерюнгри

Кафедра «Электропривод и автоматизация производственных процессов»

Рабочая программа дисциплины

Б1.Б.31.01 Автоматизированный электропривод машин и установок горного производства

для программы специалитета

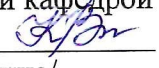
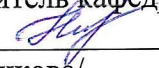
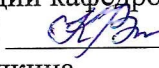
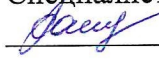
по направлению подготовки

21.05.04 – Горное дело

Направленность программы: Электрификация и автоматизация горного производства

Форма обучения – очная

Автор: Шабо К.Я., к.т.н., доцент кафедры ЭПиАПП, e-mail: kamilshabo@rambler.ru

РЕКОМЕНДОВАНО Представитель кафедры ЭПиАПП  /М.А.Новикова/ Заведующий кафедрой ЭПиАПП  /В.Р.Киушкина/ протокол № <u>12</u> от « <u>26</u> » <u>05</u> 2018 г.	ОДОБРЕНО Представитель кафедры ЭПиАПП  /М.А.Новикова/ Заведующий кафедрой ЭПиАПП  /В.Р.Киушкина/ протокол № <u>12</u> от « <u>26</u> » <u>03</u> 2018 г.	ПРОВЕРЕНО Нормоконтроль в составе ОПОП пройден Специалист УМО  / С.Р.Санникова « <u>27</u> » <u>03</u> 2018 г.
Рекомендовано к утверждению в составе ОПОП Председатель УМС  / Л.А. Яковлева протокол УМС № <u>9</u> от « <u>14</u> » <u>05</u> 2018 г.		Зав. библиотекой  / И.С. Гошанская « <u>28</u> » <u>03</u> 2018 г.

Нерюнгри 2018

1. АННОТАЦИЯ
Б1.Б.32 Специализация
к рабочей программе дисциплины
Б1.Б.31.01 Автоматизированный электропривод машин и установок горного
производства
Трудоемкость 6 з.е.

1.1. Цель освоения и краткое содержание дисциплины

Цель освоения: является детальное изучение схем электроприводов основных производственных машин и механизмов горного производства.

Краткое содержание дисциплины: к задачам курса относятся: научить студентов выбирать приводные двигатели для различных производственных машин и механизмов горного производства, выбирать систему автоматизированного электропривода и рассчитывать характеристики электропривода, обращая особенное внимание на энергетические характеристики.

1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения программы (содержание и коды компетенций)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПСК-10-2: способностью и готовностью создавать и эксплуатировать системы защиты и автоматики с искробезопасными цепями управления, а также комплексы обеспечения электробезопасности и безопасной эксплуатации технологических установок. ПСК-10-3: способностью и готовностью создавать и эксплуатировать электромеханические комплексы машин и оборудования горных предприятий, включая электроприводы, преобразовательные устройства, в том числе закрытого и рудничного взрывозащищенного исполнения, и их системы управления. ПСК-10-4: способностью и готовностью создавать и эксплуатировать системы автоматизации технологических процессов, машин и установок горного производства. ОПК-8: Способностью выбирать и (или) разрабатывать обеспечение интегрированных технологических систем эксплуатационной разведки, добычи и переработки твердых полезных ископаемых, а также предприятий по строительству и эксплуатации подземных объектов техническими средствами с высоким уровнем автоматизации управления.	<i>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</i> Знать: методы разработки и обобщения вариантов выбора автоматизированных электроприводов; методы выбора оптимальных систем регулирования электроприводов и их управления; промышленную реализацию и номенклатуру комплексных электроприводов; вопросы экономии электрической энергии; достижения науки и техники, передовой отечественный и зарубежный опыт в области автоматизированного электропривода. Уметь: формулировать цели и составлять последовательность решения задачи по выбору системы автоматизированного электропривода; применять методы анализа, синтеза и оптимизации автоматизированных электроприводов и режимов их работы; использовать информационные технологии при проектировании и конструировании автоматизированных электроприводов; пользоваться методами и способами проведения работ по техническому обслуживанию, контролю и диагностике автоматизированных электроприводов. Владеть: навыками составления технического задания на проектирование автоматизированного электропривода; выполнять математическое описание сложных электротехнических объектов; навыками проектирования силовой части и системы управления электропривода общепромышленных механизмов; расчетов нагрузочных диаграмм, статических, динамических характеристик различных электроприводов; определения энергетических и технических показателей работы электроприводов.

1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Индекс	Наименование дисциплины (модуля), практики	Семестр изучения	Индексы и наименования учебных дисциплин (модулей), практик	
			на которые опирается содержание данной дисциплины (модуля)	для которых содержание данной дисциплины (модуля) выступает опорой
Б1.Б.31.01	Автоматизированный электропривод машин и установок горного производства	9	Б1.Б.11 Математика Б1.Б. 12 Физика Б1.В.02.04 Электрический привод	Б1.Б.30 Электроснабжение горного производства

1.4. Язык преподавания русский

2. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Выписка из учебного плана (гр. С-ЭФ-17):

Код и название дисциплины по учебному плану	Б1.Б.32.01 Автоматизированный электропривод машин и установок горного производства	
Курс изучения	5	
Семестр изучения	9	
Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	экзамен	
Курсовой проект, семестр выполнения	9	
Трудоемкость (в ЗЕТ)	6 ЗЕТ	
Трудоемкость (в часах) (сумма строк №1,2,3), в т.ч.:	216	
№1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (КР), в часах:	Объем аудиторной работы, в часах	В т.ч. с применением ДОТ или ЭО ¹ , в часах
Объем работы (в часах) (1.1.+1.2.+1.3.):	95	-
1.1. Занятия лекционного типа (лекции)	54	-
1.2. Занятия семинарского типа, всего, в т.ч.:	36	-
- семинары (практические занятия, коллоквиумы т.п.)	36	-
- лабораторные работы	-	-
- практикумы	-	-
1.3. КСР (контроль самостоятельной работы, консультации)	5	-
№2. Самостоятельная работа обучающихся (СРС) (в часах)	85	
№3. Количество часов на экзамен (при наличии экзамена в учебном плане)	36	

¹Указывается, если в аннотации образовательной программы по позиции «Сведения о применении дистанционных технологий и электронного обучения» указан ответ «да».

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

3.1. Распределение часов по разделам и видам учебных занятий

Раздел	Всего часов	Контактная работа, в часах									Часы СРС
		Лекции	из них с применением ЭО и ДОТ	Семинары (практические занятия, коллоквиумы)	из них с применением ЭО и ДОТ	Лабораторные работы	из них с применением ЭО и ДОТ	Практикумы	из них с применением ЭО и ДОТ	КСР (консультации)	
История развития электропривода. Назначение, функции. Электроснабжение обогатительных фабрик.		8	-	4	-	-	-	-	-	-	10 (ПР)
Регулируемый электропривод и средства автоматизации горных предприятий.		12	-	8	-	-	-	-	-	1	10 (ПР)
Типы регулируемых асинхронных электроприводов и их энергетические показатели.		10		6		-	-	-	-	1	10 (ПР) 25(КП)
Автоматизация технологических процессов с частотно-регулируемым электроприводом		8		6		-	-	-	-	1	10(ПР)
Пути снижения электропотребления при использовании электроприводов		8		6		-	-	-	-	1	10(ПР)
Электробезопасность при электрификации обогатительных фабрик.		8		6		-	-	-	-	1	10(ПР)
Экзамен	36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36
Всего часов за семестр	216	54	-	36	-	-	-	-	-	5	85 (36)

Примечание: ПР-подготовка к практическим занятиям, КП – выполнение курсового проекта.

3.2. Содержание тем программы дисциплины

Тема 1. Введение. История развития электропривода.

Назначение, функции, структурная схема электропривода, классификация электроприводов. Электроснабжение обогатительных фабрик.

Тема 2. Регулируемый электропривод и средства автоматизации горных предприятий.

Уравнение равновесия электроприводов; расчет усилий и моментов; момент инерции системы электропривода; расчет момента инерции, показатели электроэнергии для систем автоматизации горных предприятий.

Тема 3. Типы регулируемых асинхронных электроприводов и их энергетические показатели.

Электромеханические и механические свойства и характеристики асинхронного двигателя (АД). Электромеханические и механические характеристики АД с короткозамкнутым ротором, с фазным ротором.

Тема 4. Автоматизация технологических процессов с частотно - регулируемым электроприводом.

Энергетическая эффективность, режимы энергосбережения, категории электропотребителей на горном предприятии.

Тема 5. Пути снижения электропотребления при использовании электроприводов.

Режимы работы двигателей, пользоваться технологическими требованиями к показателям переходных процессов.

Тема 6. Электробезопасность при электрификации обогатительных фабрик.

Электроэнергетические опасности, защитное заземление, меры защиты от поражения электрическим током.

3.3. Формы и методы проведения занятий, применяемые учебные технологии

В процессе преподавания дисциплины используются традиционные технологии наряду с активными и интерактивными технологиями.

Учебные технологии, используемые в образовательном процессе

Раздел дисциплины	Сем естр	Используемые активные/интерактивные образовательные технологии	Количество часов
По всем разделам	9	Видео материалы, демонстрационные плакаты, использование интерактивной доски	16
Итого:			16

4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы² обучающихся по дисциплине

Содержание СРС

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Вид СРС	Трудоемкость (в часах)	Формы и методы контроля
1	История развития электропривода. Назначение, функции. Электроснабжение обогатительных фабрик.	Выполнение ПР	10	Анализ теоретического материала, выполнение ПР (внеауд.СРС)

² Самостоятельная работа студента может быть внеаудиторной (выполняется студентом самостоятельно без участия преподавателя – например, подготовка конспектов, выполнение письменных работ и др.) и аудиторной (выполняется студентом в аудитории самостоятельно под руководством преподавателя – например, лабораторная или практическая работа).

2	Регулируемый электропривод и средства автоматизации горных предприятий.	Выполнение ПР	10	Анализ теоретического материала, выполнение ПР (внеауд.СРС)
3	Типы регулируемых асинхронных электроприводов и их энергетические показатели.	Выполнение КП	25	Анализ теоретического материала, выполнение КП (внеауд.СРС)
4	Автоматизация технологических процессов с частотно-регулируемым электроприводом.	Выполнение ПР	10	Анализ теоретического материала, выполнение ПР (внеауд.СРС)
5	Пути снижения электропотребления при использовании электроприводов.	Выполнение ПР	10	Анализ теоретического материала, выполнение ПР (внеауд.СРС)
6	Электробезопасность при электрификации обогатительных фабрик.	Выполнение ПР	10	Анализ теоретического материала, выполнение ПР (внеауд.СРС)
	Всего часов		85	

5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1. Балльно-рейтинговая система. Рейтинговый регламент по дисциплине:

Распределение времени на СРС и баллов при контроле успеваемости

Таблица 3

№	Испытания / формы СРС	Время на подготовку/ выполнение, час.	Баллы	Примечание
9 семестр				
1	Курсовой проект	25	15	Защита КП
2	Тестирование	20	30	ЗАСТ тестов
3	Выполнение практических работ	40	25	практические задания
4	Экзамен	36	30	50 вопросов
	Всего	85(36)	100	

- максимальное количество баллов за текущую работу в течение семестра – 70,
- максимальное количество баллов за экзамен – 30,
- минимальное число баллов для допуска к экзамену – 45.

Количество баллов рубежных аттестаций (контрольных точек) и любая форма промежуточной проверки знаний и умений суммируются и оцениваются. Оценки выставляются в соответствии с табл. 4 и 5.

Таблица 4

Общая сумма баллов	Автоматическая оценка	Итоговая оценка
55 – 100	Зачтено (Е – А)	Зачтено
≤ 54,9	Не зачтено (F – FX)	Не зачтено

Таблица 5

Автоматическая оценка	Баллы за экзамен	Общая сумма баллов	Итоговая оценка по европейской системе	Итоговая оценка
Отлично, А	0 – 27	95 - 100	Превосходно	5
Отлично, В	0 – 27	85 – 94,9	Отлично	
Хорошо, С	0 – 27	75 – 84,9	Очень хорошо	4
Хорошо, D	0 – 27	65 – 74,9	Хорошо	4
Удовлетворительно, E	0 – 27	55 – 64,9	Удовлетворительно	3
Неудовлетворительно, FX	-	25 – 54,9	Неудовлетворительно с возможной пересдачей	2
Неудовлетворительно, F	-	0 – 24,9	Неудовлетворительно с повторным изучением дисциплины	2

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1. Показатели, критерии и шкала оценивания

Коды оцениваемых компетенций	Показатель оценивания (по п.1.2.РПД)	Уровни освоения	Критерии оценивания (дескрипторы)	Оценка
ПСК-10-2: Способностью и готовностью создавать и эксплуатировать системы защиты и автоматики с искробезопасными цепями управления, а также комплексы обеспечения электробезопасности и безопасной эксплуатации технологических установок. ПСК-10-3: Способностью и готовностью создавать и эксплуатировать электромеханические комплексы машин и оборудования горных предприятий, включая электроприводы,	Знать: методы разработки и обобщения вариантов выбора автоматизированных электроприводов; методы выбора оптимальных систем регулирования электроприводов и их управления; промышленную реализацию и номенклатуру комплексных электроприводов; вопросы экономии электрической энергии; достижения науки и техники,	Высокий	Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание по предмету демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен полностью с использованием современной терминологии. Могут быть допущены недочеты в определении понятий,	отлично

преобразовательные устройства, в том числе закрытого и рудничного взрывозащищенного исполнения, и их системы управления. ПСК-10-4: Способностью и готовностью создавать и эксплуатировать системы автоматизации технологических процессов, машин и установок горного производства. ОПК-8: Способностью выбирать и (или) разрабатывать обеспечение интегрированных технологических систем эксплуатационной разведки, добычи и переработки твердых полезных ископаемых, а также предприятий по строительству и эксплуатации подземных объектов техническими средствами с высоким уровнем автоматизации управления.	передовой отечественный и зарубежный опыт в области автоматизированного электропривода. Уметь: формулировать цели и составлять последовательность решения задачи по выбору системы автоматизированного электропривода; применять методы анализа, синтеза и оптимизации автоматизированных электроприводов и режимов их работы; использовать информационные технологии при проектировании и конструировании автоматизированных электроприводов; пользоваться методами и способами проведения работ по техническому обслуживанию, контролю и диагностике автоматизированных электроприводов. Владеть: навыками составления технического задания на проектирование автоматизированного электропривода; выполнять математическое описание сложных электротехнических объектов; навыками проектирования силовой части и системы управления электропривода		исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа. В лабораторном задании может быть допущена 1 фактическая ошибка.	
		Базовый	Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен полностью с использованием современной терминологии. Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя. В лабораторном задании могут быть допущены 2-3 фактические ошибки.	хорошо
		Мини-мальный	Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции. В лабораторном задании могут быть допущены 4-5 фактических ошибок.	Удовлетворительно
		Не освоены	Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса по билету с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и	Неудовлетворительно

	общепромышленных механизмов; расчетов нагрузочных диаграмм, статических, динамических характеристик различных электроприводов; определения энергетических и технических показателей работы электроприводов.		доказательность изложения. Речь неграмотная, терминология не используется. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента. В лабораторном задании допущено более 5 фактических ошибок. <i>или</i> Ответ на вопрос полностью отсутствует <i>или</i> Отказ от ответа	
--	---	--	---	--

6.2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Характеристики процедуры	
Вид процедуры	экзамен
Цель процедуры	выявить степень сформированной компетенции ОПК-8; ПСК-10.2; ПСК-10.3; ПСК-10.4.
Локальные акты вуза, регламентирующие проведение процедуры	Положение о балльно-рейтинговой системе в СВФУ, версия 4.0, утверждено 21.02.2018 г.
Субъекты, на которых направлена процедура	студенты 5 курса специалитета
Период проведения процедуры	Зимняя экзаменационная сессия
Требования к помещениям и материально-техническим средствам	-
Требования к банку оценочных средств	-
Описание проведения процедуры	Экзамен принимается в устной форме. Учитываются набранные баллы в течение семестра.
Шкалы оценивания результатов	Шкала оценивания результатов приведена в п. Рейтинговый регламент по дисциплине.
Результаты процедуры	В результате сдачи всех заданий для СРС студенту необходимо набрать 55 баллов минимум, чтобы получить экзамен.

Программа экзамена

Программа экзамена включает в себя 2 теоретических вопроса по всем разделам курса, направленных на оценку уровня знаний о сущности происходящих в электрических приводах процессов преобразования энергии и о влиянии требований рабочих машин и технологий на выбор типа и структуры электропривода, и 1 практическое задание на выполнение простейших расчетов по определению основных параметров и характеристик электроприводов.

Перечень экзаменационных вопросов:

1. Понятие «Электропривод». Назначение, функции, структура. Роль электропривода в развитии народного хозяйства. Классификация электроприводов.
2. Силы и моменты, действующие в электроприводе.
3. Построение естественной механической характеристики АД.

4. Электромеханические характеристики АД.
5. Регулирования угловой скорости АД введением сопротивления в цепь ротора.
6. Регулирования угловой скорости АД переключением пар полюсов.
7. Регулирования угловой скорости АД изменением частоты.
8. Отличия в регулировании угловой скорости АД с кз ротором и фазным ротором.
9. Каскадные схемы регулирования скорости АД.
10. Баланс мощностей и энергетические характеристики электропривода .
11. Потери энергии в переходных режимах работы электропривода без нагрузки.
12. Потери энергии в переходных режимах работы электропривода под нагрузкой.
13. Потери энергии в установившемся режиме работы привода (потери в двигателе, трансформаторе, дросселе, преобразователе).
14. Общие сведения о выборе электродвигателей. Выбор типа двигателя по роду тока.
15. Повышение экономичности работы асинхронного электродвигателя с помощью регулятора напряжения.
16. Электромагнитные переходные процессы в асинхронном электродвигателе.
17. Общие сведения о переходных режимах и постоянных времени.
18. Управление ЭП замкнутых систем.
19. Классификация замкнутых САУ ЭП и их характеристика.
20. Динамические характеристики замкнутых систем.
21. Синтез регуляторов. Общие понятия.
22. Способы ограничения скорости, напряжения, токов и моментов в замкнутых системах регулирования.
23. функции релейно-контакторных систем управления.
24. Замкнутые системы управления ЭП. Основные положения.
25. Виды управления замкнутых СУЭП.
26. Влияние ОС на жесткость механических характеристик. Анализ разомкнутой системы и системы с ООС по скорости.
27. Влияние ОС на жесткость механических характеристик. Анализ разомкнутой системы и системы с ООС по напряжению.
28. Влияние ОС на жесткость механических характеристик. Анализ разомкнутой системы и системы с ПОС по току.
29. Влияние ОС на жесткость механических характеристик. Системы управления с задержанной ООС по току (отсечка по току).
30. Принципы построения и оптимизации систем подчиненного регулирования.
31. Оптимизация контура регулирования по симметричному оптимуму. Особенности применения.
32. Типовые релейно-контакторные схемы.

Практическое задание к экзаменационному билету:

Задача 1:

Определите приведенные к валу двигателя момент статической нагрузки M_c и момент инерции J (рис.1).

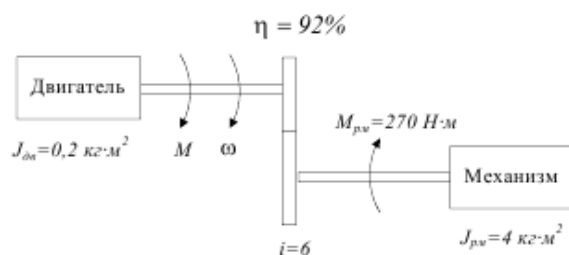


Рисунок 1

Задача 2: АД типа МТН-611-10 имеет следующие данные: $P_{\text{ном}} = 45 \text{ кВт}$; $U_{1\text{ном}} = 380 \text{ В}$; $n_{\text{ном}} = 575 \text{ об/мин}$; $f_1 = 50 \text{ Гц}$; $I_{1\text{ном}} = 115 \text{ А}$; $R_c = 0,087 \text{ Ом}$; $x_1 = 0,189 \text{ Ом}$; $R_p = 0,12 \text{ Ом}$; $x_2 = 0,046 \text{ Ом}$; $I_{2\text{ном}} = 155 \text{ А}$ $k = 1,93$; $\lambda = M_k/M_{\text{ном}} = 2,5$. Рассчитать и построить естественную электромеханическую характеристику двигателя.

Задача 3: АД типа МТН-611-10 имеет следующие данные: $P_{\text{ном}} = 45 \text{ кВт}$; $U_{1\text{ном}} = 380 \text{ В}$; $n_{\text{ном}} = 575 \text{ об/мин}$; $f_1 = 50 \text{ Гц}$; $I_{1\text{ном}} = 115 \text{ А}$; $R_c = 0,087 \text{ Ом}$; $x_1 = 0,189 \text{ Ом}$; $R_p = 0,12 \text{ Ом}$; $x_2 = 0,046 \text{ Ом}$; $I_{2\text{ном}} = 155 \text{ А}$ $k = 1,93$; $\lambda = M_k/M_{\text{ном}} = 2,5$. Рассчитать и построить естественную механическую характеристику двигателя.

Задача 4: ДПТ 2ПФ 200 имеет следующие паспортные данные : $P_{\text{ном}} = 30 \text{ кВт}$; $U_{\text{ном}} = 440 \text{ В}$; $n_{\text{ном}} = 2200 \text{ об/мин}$; $I_{\text{ном}} = 74 \text{ А}$, $\eta = 90\%$. Оценить тепловой режим двигателя при его работе по следующему циклу: время первого участка $t_1 = 12 \text{ мин}$, момент нагрузки $M_{c1} = 120 \text{ Нм}$, время второго участка $t_2 = 25 \text{ мин}$, момент нагрузки $M_{c2} = 145 \text{ Нм}$, время третьего участка $t_3 = 18 \text{ мин}$, момент нагрузки $M_{c3} = 100 \text{ Нм}$. Ток возбуждения и сопротивление якорной цепи не изменяются. Заданный цикл относится к продолжительному режиму работы с переменной нагрузкой.

Задача 5: АД краново-металлургической серии типа МТКВ 511-8 имеет номинальную мощность $P_{\text{ном}} = 17,5 \text{ кВт}$ при $\text{ПВ}_{\text{ном}} = 25\%$ и скорость ; $n_{\text{ном}} = 700 \text{ об/мин}$. Оценить нагрев двигателя, если он будет периодически включаться на 3 мин и преодолевать при этом момент нагрузки $M_c = 350 \text{ Нм}$, после чего будет отключаться на 5 мин.

Задача 6: Определить значения скорости холостого хода и напряжения на статоре АД при частоте 25

Гц и законе управления $\frac{U_{1\phi}}{f_1^2} = \text{const}$, если двигатель имеет следующие параметры : $P_{\text{ном}} = 1,4 \text{ кВт}$; $U_{1\text{ном}} = 380 \text{ В}$; $n_{\text{ном}} = 870 \text{ об/мин}$; $\lambda = M_k/M_{\text{ном}} = 2,8$. Построить (примерные) механические характеристики при разных частотах.

Задача 7: Определить значения скорости холостого хода и напряжения на статоре АД при частоте 25

Гц и законе управления $\frac{U_{1\phi}}{f_1} = \text{const}$, если двигатель имеет следующие параметры : $P_{\text{ном}} = 1,4 \text{ кВт}$; $U_{1\text{ном}} = 380 \text{ В}$; $n_{\text{ном}} = 870 \text{ об/мин}$; $\lambda = M_k/M_{\text{ном}} = 2,8$. Построить (примерные) механические характеристики при разных частотах.

Задача 8: АД типа МТКН-211-6 имеет следующие данные: $P_{\text{ном}} = 8,2 \text{ кВт}$; $U_{1\text{ном}} = 380 \text{ В}$; $n_{\text{ном}} = 875 \text{ об/мин}$; $f_1 = 50 \text{ Гц}$; $I_{1\text{ном}} = 115 \text{ А}$; $R_c = 0,835 \text{ Ом}$; $x_1 = 0,88 \text{ Ом}$; $R'_2 = 1,4 \text{ Ом}$; $x'_2 = 0,88$; $\lambda = M_k/M_{\text{ном}} = 2,5$, $\eta = 0,715$. $\cos\varphi_{\text{ном}} = 0,75$.

Критерии оценки:

Компетенции	Характеристика выполнения практического задания	Количество набранных баллов
	Верное решение задачи.	10
	Неверное решение задачи.	0
Компетенции	Характеристика ответа на теоретические вопросы	Количество набранных баллов
ОПК-8; ПСК-10.2; ПСК-10.3; ПСК-10.4.	Поставленные вопросы раскрыты полностью, для пояснения приведены рисунки, схемы, графики, расчетные формулы, верно указаны единицы измерения; в ответе используется специальная терминология и показаны знания, освоенные студентом самостоятельно при изучении современных периодических изданий по дисциплине, ответ структурирован и логичен. Показана совокупность осознанных знаний по дисциплине с учетом междисциплинарных связей. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.	18-20

	Поставленные вопросы раскрыты полностью, для пояснения приведены рисунки, схемы, графики, расчетные формулы, верно указаны единицы измерения; в ответе используется специальная терминология. Ответ структурирован и логичен. Могут быть допущены 2-3 незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.	12-17
	Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент затрудняется привести поясняющие формулы, схемы, рисунки и графики, путает единицы измерения величин.	8-11
	Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Студент не осознает связь обсуждаемых вопросов по билету с другими объектами дисциплины. В ответе отсутствуют поясняющие формулы, схемы, рисунки и графики, специальная терминология. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента <i>или</i> ответ на вопрос полностью отсутствует <i>или</i> отказ от ответа.	0

Темы тестов:

Тест №1 Принципы управления электроприводами.

Тест №1 Двигатели переменного тока.

Тест №2 Регулирование скорости. Переходные процессы.

Примеры тестовых заданий

ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ

Задание на соответствие

1. Регулирование числа пар полюсов магнитного поля асинхронного двигателя называется...

- ☐ параметрическое
- ☐ амплитудное
- ☐ импульсное

2. Регулирование изменением частоты питающего асинхронный двигатель напряжения относится к способу называемому

- ☐ параметрическое
- ☐ амплитудное
- ☐ импульсное

МЕХАНИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДВИГАТЕЛЕЙ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

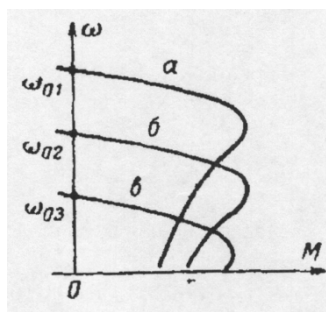
Отметьте правильный ответ

1. При регулировании скорости изменением числа пар полюсов двухскоростного асинхронного двигателя из приведенных соотношений синхронных скоростей можно получить

- ☐ $\omega'_0 = 0,90\omega_0$

- ☐ $\omega'_0 = 0,5\omega_0$
- ☐ $\omega'_0 = 0,3\omega_0$

2. Соответствие между наибольшей частотой питающей сети при регулировании скорости короткозамкнутого асинхронного двигателя и характеристикой



- ☐ а
- ☐ б
- ☐ в

3. Критическое скольжение асинхронного двигателя

- ☐ не зависит от напряжения питания
- ☐ пропорционально напряжению питания
- ☐ пропорционально квадрату напряжения питания

4. При увеличении частоты питающего напряжения частота вращения магнитного поля статора

- ☐ увеличится
- ☐ уменьшится
- ☐ не изменится

5. Для увеличения максимального момента асинхронной машины в режиме пуска необходимо

- ☐ уменьшить сопротивление роторной цепи
- ☐ увеличить сопротивление роторной цепи
- ☐ уменьшить постоянный ток в цепи статора
- ☐ увеличить постоянный ток в цепи статора

6. Критический момент асинхронного двигателя при введении сопротивления в цепь ротора

- ☐ увеличится
- ☐ уменьшится
- ☐ не изменится

7. При уменьшении напряжения подводимого в цепь статора критический момент асинхронного двигателя

- ☐ увеличится
- ☐ уменьшится
- ☐ не изменится

8. При уменьшении числа пар полюсов частота вращения магнитного поля статора

- ☐ увеличится
- ☐ уменьшится
- ☐ не изменится

9. При частотном управлении жесткость механических характеристик асинхронного двигателя

- ☐ увеличится
- ☐ уменьшится
- ☐ не изменится

10. При увеличении числа пар полюсов жесткость механических характеристик асинхронного двигателя

- ☐ увеличится
- ☐ уменьшится
- ☐ не изменится

Регулирование скорости. Переходные процессы

1. Число значений регулируемого параметра, реализуемом в заданном диапазоне называется

- ☐ точность регулирования
- ☐ плавность регулирования
- ☐ экономичность регулирования
- ☐ диапазон регулирования

2. Возможный при заданном способе предел изменения координаты называется

- ☐ точность регулирования
- ☐ плавность регулирования
- ☐ экономичность регулирования
- ☐ диапазон регулирования

3. Реостатное регулирование относится к способу регулировании координат называемому

- ☐ параметрическое
- ☐ амплитудное
- ☐ импульсное

4. Принцип регулирования по отклонению используется в системах

- ☐ замкнутых
- ☐ комбинированных
- ☐ разомкнутых

Шкала оценивания:

Процент выполненных тестовых заданий	Количество набранных баллов
91% - 100%	10
81% - 90%	8
71% - 80%	6
61% - 70%	4
51% - 60%	2
<50%	0

Темы практических занятий:

1. Механика электропривода. Приведение статических моментов и моментов инерции к валу двигателя. Основное уравнение движения электропривода.
2. Двигатель постоянного тока независимого возбуждения (ДПТ_{НВ}). Расчет механических и
3. Асинхронный двигатель (АД). Расчет механических и электромеханических характеристик. Обеспечение работы двигателя в заданной точке $M_{зад.}$, $\omega_{зад.}$ двигательного и тормозного режимов.
- 4.. Расчет механических и электромеханических характеристик АД при питании от источников тока.
5. Расчет и синтез регуляторов.

Практические работы представляют собой решение практических задач по перечисленным темам. Варианты заданий выдаются преподавателем.

Критерии оценки:

Компетенции	Характеристика выполнения практических заданий	Количество набранных баллов
ОПК-8; ПСК-10.2; ПСК-10.3; ПСК-10.4.	Верное решение всех задач практических работ.	25
	Неверное решение задач.	0

**В таблице приведено количество баллов, которое студент может набрать за выполнение всех практических работ в течение семестра.*

Комплект заданий для выполнения КП

Исходные данные к КП

Наименование	Обозначение	Величина
Момент инерции механизма в долях от момента инерции двигателя	$\frac{J_{мех}}{J_{дв}}$	2,5

Изменение момента статической нагрузки в долях от номинального	$\frac{M_c}{M_n}$	0,67
Колебания напряжения сети	$\Delta U_c, \%$	10
Диапазон регулирования скорости вниз от номинальной	$D_1 = \frac{n_n}{n_{\min}}$	120
Диапазон регулирования скорости вверх от номинальной	$D_2 = \frac{n_{\max}}{n_n}$	2,5
Допустимая статическая ошибка поддержания скорости при минимальной уставке	$\Delta_{\text{зад}} = \frac{\Delta \omega}{\Delta \omega_{\min}}$	0,15
Величина токоограничения при упоре	$D_2 = \frac{n_{\max}}{n_n}$	2
Допустимое ускорение		250

- Технические данные двигателя 4ПФ132S

Наименование	Размерность	Значение
Номинальная мощность, P_n	кВт	15
Номинальная угловая скорость вала, n_n	об/мин	1400
Максимальная угловая вала, $n_{\max}$	Об/мин	4500
Номинальный ток якоря, I_n	А	87,5
Сопротивление якорной цепи	Ом	0,278
Индуктивность якорной цепи	Гн	0,00515
Сопротивление обмотки возбуждения	Ом	58,4
Индуктивность обмотки возбуждения	Гн	6,03
Момент инерции двигателя	кг · м ²	0,095
КПД	%	77,9
Напряжение на якоре	В	220

4ПФ132S – четвертая серия приводов механизмы, которых предназначены для станков с числовым программным управлением.

П – постоянного тока
 132 – высота оси вращения
 S – условная длина сердечника якоря
 УХЛ4 – умеренный или холодный климат

Рассчитать:

1. РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ДВИГАТЕЛЯ.
2. ВЫБОР СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ
3. ВЫБОР КОМПЛЕКТНОГО ТИРИСТОРНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОД
4. РАСЧЕТ И ВЫБОР ЭЛЕМЕНТОВ СИЛОВОЙ ЧАСТИ ЭП
5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СИЛОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ
6. СИНТЕЗ РЕГУЛЯТОРОВ
7. ПОСТРОЕНИЕ СТАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РАЗОМКНУТОЙ И ЗАМКНУТОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДА
8. ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ПРОЕКТИРУЕМОЙ СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДА С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭВМ
9. ВЫБОР ЗАЩИТ И РАСЧЕТ ИХ УСТАВОК

Критерии оценки Курсового проекта:

25 (в 9 семестре) баллов выставляется за 100% выполненную работу, в которой отсутствуют фактические ошибки. 22 баллов - за работу, в которой допущена 1 фактическая ошибка. 18 баллов – за работу, в которой допущены 2 ошибки. 16 баллов – за работу с 3 ошибками. 12 баллов – за работу с 4 ошибками. Работа, выполненная более чем с 4 ошибками, не оценивается.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания для помощи обучающимся в успешном освоении дисциплины в соответствии с запланированными видами учебной и самостоятельной работы обучающихся:

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы, вид и характеристика иных информационных ресурсов	Наличие грифа, вид грифа	Количество экземпляров в библиотеке СВФУ
1	Чепайкина Т.А. Методические указания к выполнению курсового проекта по курсу «Теория электропривода» Нерюнгри, ТИ (ф) ЯГУ, 2010		
2	Шабо К.Я., Киушкина В.Р., Стефанов В.К. Методические указания по выполнению курсового проекта по дисциплине: «Системы управления электроприводами». Нерюнгри, ТИ (ф) ЯГУ, 2015г.		

Методические указания размещены в СДО Moodle: <http://moodle.nfygu.ru>

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины³

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы, вид и характеристика иных информационных ресурсов	Наличие грифа, вид грифа	Количество экземпляров в библиотеке СВФУ	Электронные издания: точка доступа к ресурсу (наименование ЭБС, ЭБ СВФУ)	Количество студентов
Основная литература					
1	Епифанов А.П./ Электропривод. /Электронный ресурс/ А.П.Епифанов, Л.М. Малайчук, А.Г. Гущинский - Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2012. - 400 с.		http://www.e.lanbook.com/book/3812		11
Дополнительная литература					
2	Электропривод производственных механизмов. Никитенко Г.В. Уч. Пособие Изд. Лань. 2013. 208 с. http://www.e.lanbook.com				11
3	Терехов, В.М., Осипов, О.И. Системы управления электроприводов./Учебник для вузов. 301с. М.: Академия.- 2008				11
4	Панкратов В.В. Автоматическое управление электроприводами. Часть I. Регулирование координат электроприводов постоянного тока [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.В. Панкратов. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013. — 200 с.		http://www.iprbookshop.ru/45357.html		11
5	Кацман М.М. Электрический привод. Москва. Академия. 2005				11

³ Для удобства проведения ежегодного обновления перечня основной и дополнительной учебной литературы рекомендуется размещать раздел 7 на отдельном листе, с обязательной отметкой в Учебной библиотеке.

6	Соловьев, В.А. Землянская Е.Н. Системы управления электроприводами/ Лабораторный практикум. Утв. в кач.лабораторного практикума Учёным советом ФГБОУ ВПО "Комсомольский-на-Амуре гос.техн.ун-т". 93с. Изд-во Комсомольского-на-Амуре гос.техн.ун-та, 2015				11
7	Сборник задач и примеров решений по электрическому приводу. Ю.М. Фролов, В.П. Шелякин. Уч. Пособие .Изд. Лань, 2012 г. 368 с. http://www.e.lanbook.com				11
Методические разработки вуза					
8	Чепайкина Т.А. Методические указания к выполнению курсового проекта по курсу «Теория электропривода» Нерюнгри, ТИ (ф) ЯГУ, 2010		5		11
9	Шабо К.Я., Киушкина В.Р., Стефанов В.К. Методические указания по выполнению курсового проекта по дисциплине: «Системы управления электроприводами». Нерюнгри, ТИ (ф) ЯГУ, 2015г.		5		11

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее сеть-Интернет), необходимых для освоения дисциплины

№	Наименование интернет-ресурса (ИР)	Тип ИР	Ссылка (URL) на интернет-ресурсе
Научно-популярные и научные периодические издания (в т.ч. по профилю реализуемых ОП)			
1.	Справочник электрика и энергетика	Сайт	http://www.elecab.ru/history.shtml

9. Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины (помещение и оборудование)

№ п/п	Наименование темы	Виды учебной работы (лекция, практич. занятия, семинары, лаборат. раб.)	Объем часов	Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий и пр.	Перечень основного оборудования (в т.ч. аудио-, видео-, графическое сопровождение)
1	Лекционные занятия	лекция	54	A503	Доска (1 шт.), комплект учебного оборудования "Электротехнические материалы" –стенд (1 шт.), крепление для проектора Wize (длина штанги до 64см) (1 шт.), тип.комп. учеб оборудования "Электропривод" наст (1 шт.), тип.комп.учебного оборуд "Электрические цепи"наст ручной (1 шт.), типовой комплект уч оборуд "Электрические материалы" наст вар (1 шт.), типовой комплект уч оборуд (1 шт.), экран Projecta SlimScreen (1 шт.), проектор (1шт.), комплект мебели (18 шт.), стол 1-тумбовый (1 шт.), стул (1 шт.).
2	Практические занятия	практика	36	A503	Доска (1 шт.), комплект учебного оборудования "Электротехнические материалы" –стенд (1 шт.), крепление для проектора Wize (длина штанги до 64см) (1 шт.), тип.комп. учеб оборудования "Электропривод" наст (1 шт.), тип.комп.учебного оборуд "Электрические цепи"наст ручной (1 шт.), типовой комплект уч оборуд "Электрические материалы" наст вар (1 шт.), типовой комплект уч оборуд (1 шт.), экран Projecta SlimScreen (1 шт.).

					шт.), проектор (1шт.), комплект мебели (18 шт.), стол 1-тумбовый (1 шт.), стул (1 шт.).
3	Тесты	тесты	6	A503	Доска (1 шт.), комплект учебного оборудования "Электротехнические материалы" –стенд (1 шт.), крепление для проектора Wize (длина штанги до 64см) (1 шт.), тип.комп. учеб оборудования "Электропривод" наст (1 шт.), тип.комп.учебного оборуд "Электрические цепи"наст ручной (1 шт.), типовой комплект уч оборуд "Электрические материалы" наст вар (1 шт.), типовой комплект уч оборуд (1 шт.), экран Projecta SlimScreen (1 шт.), проектор (1шт.), комплект мебели (18 шт.), стол 1-тумбовый (1 шт.), стул (1 шт.).

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

10.1 . Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

1)использование на занятиях электронных изданий (чтение лекций с использованием слайд- презентаций, электронного учебного пособия), видео- и аудиоматериалов (через Интернет);

2)организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты и СДО Moodle.

10.2Перечень программного обеспечения MS PowerPoint, MS Word, ZOOM

10.3 Перечень информационных справочных систем Не используются

**ЛИСТ АКТУАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.Б.31.01 Автоматизированный электропривод машин и установок
горного производства**

[illegible]

В таблице указывается только характер изменений (например, изменение темы, списка источников по теме или темам, средств промежуточного контроля) с указанием пунктов рабочей программы. Само содержание изменений оформляется приложением по сквозной нумерации.