

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
Факультет энергетики и управления
Гудим А.С.
«30» 06 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Управление электроприводами»

Направление подготовки	13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
Направленность (профиль) образовательной программы	Электропривод и автоматика
Квалификация выпускника	Магистр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2021
Форма обучения	Заочная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
2	3	5

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Курсовой проект, Экзамен	Кафедра «Электропривод и автоматизация промышленных установок»

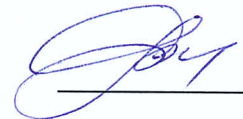
Разработчик рабочей программы:

Профессор, Профессор, Доктор технических наук

 Соловьев В.А.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой
Кафедра «Электропривод и автоматизация промышленных установок»

 Черный С.П.

1 Введение

Рабочая программа и фонд оценочных средств дисциплины «Управление электроприводами» составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Минобрнауки Российской Федерации № 147 от 28.02.2018, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Электропривод и автоматика» по направлению подготовки «13.04.02 Электроэнергетика и электротехника».

Практическая подготовка реализуется на основе:

Профессиональный стандарт 40.180 «СПЕЦИАЛИСТ В ОБЛАСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОПРИВОДА».

Обобщенная трудовая функция: С Разработка проекта системы электропривода.

ТД-2 Выбор оборудования для системы электропривода, НЗ-1 Типовые проектные решения системы электропривода.

Задачи дисциплины	Формирование навыков владения в области автоматизированных систем управления электроприводами, анализ, синтез и проектирование систем автоматизированного электропривода.
Основные разделы / темы дисциплины	Асинхронный двигатель – как объект регулирования Преобразователи частоты Системы векторного управления асинхронным двигателем Вентильный электропривод Системы взаимосвязанного управления электроприводами

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины «Управление электроприводами» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 1):

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Профессиональные		
ПК-2 Способен к разработке технических решений отдельных частей систем электроприводов по заданным параметрам	ПК-2.1 Знает существующие системы электроприводов, разработанные отечественными и зарубежными производителями ПК-2.2 Умеет применять правила разработки системы электропривода, удовлетворяющей заданным показателям качества ПК-2.3 Владеет приемами объединения отдельных ча-	Знать принципы частотного управления электроприводами переменного тока Уметь рассчитывать параметры регулируемого электропривода переменного тока с заданными показателями качества. Владеть навыками моделирования систем элект-

	стей системы электропривода в единую систему с заданными критериями качества	тропривода переменного тока
--	------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------

3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Управление электроприводами» изучается на 2 курсе, 3 семестре.

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к базовой части.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки и / или опыт практической деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин / практик: «Современные проблемы электроэнергетики и электротехники», «Производственная практика (научно-исследовательская работа)».

Знания, умения и навыки, сформированные при изучении дисциплины «Управление электроприводами», будут востребованы при изучении последующих дисциплин: «Производственная практика (преддипломная практика)».

Дисциплина «Управление электроприводами» частично реализуется в форме практической подготовки. Практическая подготовка организуется путем проведения / выполнения лекций, практических занятий и курсового проекта.

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

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 5 з.е., 180 акад. час.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	180
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего	14
В том числе:	
занятия лекционного типа (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками), в том числе в форме практической подготовки:	6
занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), в том числе в форме практической подготовки: - в том числе практическая подготовка:	8 8
Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа, включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучаю-	158

щихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	
Промежуточная аттестация обучающихся – Курсовой проект, Экзамен	8

5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			СРС
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
<p>Асинхронный двигатель – как объект регулирования Математическое описание процессов преобразования энергии в электрической машине. Обобщенная электрическая машина. Схемы замещения АД, векторные диаграммы АД в двигательном и тормозном режимах. Статические и динамические характеристики АД при питании от источника напряжения. Динамические характеристики АД при питании от источника тока</p>	2			20
<p>Изучение лабораторного стенда «ЭП-НК» Изучение влияния типа обратной связи на статические и динамические характеристики замкнутой системы</p>			2*	
<p>Схемы замещения АД, векторные диаграммы АД в двигательном и тормозном режимах</p>				10
<p>Преобразователи частоты Классификация преобразователей частоты; широтно-импульсные преобразователи с синусоидальной модуляцией. Преобразователи на основе пространственно-векторной модуляции.</p>				13

Исследование системы подчиненного регулирования с внешним контуром регулирования напряжения			2*	
Расчет и выбор преобразователя частоты для проектируемого электропривода*			2*	20
Системы векторного управления асинхронным двигателем Понятие векторного управления; структурная схема АД при ориентации системы координат x, y по потокосцеплению ротора. Система управления с прямой ориентацией по вектору потокосцепления ротора АД. Системы управления с косвенной ориентацией по вектору потокосцепления ротора АД. Прямое управление моментом (DTC)*	4			
Исследование системы подчиненного регулирования с внешним контуром регулирования скорости			2*	
Разработка структурной схемы ЭП, синтез регуляторов контуров и расчет их параметров.				20
Вентильный электропривод Принципы построения вентильного двигателя; характеристики вентильного двигателя. Системы управления электроприводом на базе вентильного двигателя.				20
Изучение элементов систем управления электроприводами. Исследование замкнутой системы ПЧ-АД				
Разработка математической модели исследуемой системы электропривода				30
Системы взаимосвязанного управления электроприводами Математическое описание взаимосвязанных много двигательных систем электроприводов. Структура и синтез взаимосвязанных много двигательных				

систем электроприводов. Система регулирования скоростью и соотношением скоростей				
Моделирование переходных процессов электропривода в линеаризованной системе управления.				25
ИТОГО по дисциплине	6		8	158

* практическая подготовка

6 Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

При планировании самостоятельной работы студенту рекомендуется руководствоваться следующим распределением часов на самостоятельную работу (таблица 4):

Таблица 4 – Рекомендуемое распределение часов на самостоятельную работу

Компоненты самостоятельной работы	Количество часов
Изучение теоретических разделов дисциплины	60
Подготовка к занятиям семинарского типа	-
Подготовка и оформление курсового проекта	88
Итого	158

7 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации представлен в Приложении 1.

Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), практике хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

8.1 Основная литература

1. Терехов, В.М., Осипов, О.И. Системы управления электроприводов./Учебник для вузов. 301с. М.: Академия.- 2008
2. Осипов О.И. Частотно-регулируемый асинхронный электропривод: Учебное пособие по курсу "Типовые решения и техника современного электропривода" - М.: Издательство МЭИ, 2002. - 79 с.
3. Соколовский, Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием. Учебник для вузов Допущено УМО по образованию в обл.энергетики и электротехники в кач.учебника для студ.вузов по спец."Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов". 266с. - М.: Академия, 2006.

8.2 Дополнительная литература

1. Управление электроприводами/ Учебное пособие для вузов/ Башарин А.В., Новиков В.А., Соколовский Г.Г. – Л.:Энергоиздат.1982. 392с.
2. Панкратов, В. В. Автоматическое управление электроприводами. Часть I. Регулирование координат электроприводов постоянного тока : учебное пособие / В. В. Панкратов. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2013. — 200 с. — ISBN 978-5-7782-2223-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/45357.html> (дата обращения: 15.10.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
3. Зимин, Е.Н., Яковлев, В.И. Автоматическое управление электроприводами/ Учебное пособие для вузов по спец."Электропривод и автоматизация промышленных установок". М.: Высшая школа, 1979.- 318с.

8.3 Методические указания для студентов по освоению дисциплины (при наличии)

1. Соловьев, В.А. Системы управления электроприводами . Лабораторный практикум. / В.А. Соловьев, Е.Н. Землянская. - Комсомольск-наАмуре: КнАГТУ, 2015. - 93с.

8.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

- 1) ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система : сайт. – URL: <http://www.znanium.com> (дата обращения: 25.05.2021).
- 2) IPRbooks : электронно-библиотечная система: сайт. - URL: <http://www.iprbookshop.ru> (дата обращения: 25.05.2021)
- 3) consultant.ru: информационно-справочная система «Консультант плюс» : сайт. – Москва, 2021 – . – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 25.05.2021). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

8.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

- 1)Школа для электрика / <http://electricalschool.info/elprivod/>.
- 2) Частотно-регулируемый асинхронный электропривод - курс лекций / Г.Б. Онищенко // electrolibrary.info : электронная электротехническая библиотека. – Раздел сайта «Видеокурсы». – URL: <http://www.electrolibrary.info/58-chastotno-reguliruemyu-asinhronnyu-elektroprivod-kurs-lekciy.html> (дата обращения: 27.04.2021).

8.6 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Таблица 5 – Перечень используемого программного обеспечения

Наименование ПО	Реквизиты / условия использования
Microsoft Imagine Premium	Лицензионный договор АЭ223 №008/65 от 11.01.2019
OpenOffice	Свободная лицензия, условия использования по ссылке: https://www.openoffice.org/license.html
Программа структурного моделирования (PSM) разработанная на кафедре ЭПАПУ КнАГТУ	Распоряжение о вводе в учебный процесс ПО от 23.12.2015, акт внедрения результатов научных исследований

9 Организационно-педагогические условия

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) - русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных модулей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

9.1 Образовательные технологии

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

9.2 Занятия лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

9.3 Занятия семинарского типа

Семинарские занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки на источники.

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

9.4 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиважнейшему средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

9.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

10 Описание материально-технического обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

10.1 Учебно-лабораторное оборудование

Таблица 6 – Перечень оборудования лаборатории

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование
105/3	Лаборатория электропривода	Лабораторный стенд ЭП - НК

10.2 Технические и электронные средства обучения

Лекционные занятия.

Аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер/ноутбук), учебно-наглядные пособия, тематические иллюстрации).

Практические занятия.

Аудитории для практических занятий укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные занятия.

Для лабораторных занятий используется аудитория № 107/3, оснащенная оборудованием, указанным в табл. 6.

Самостоятельная работа.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде КНАГУ:

- читальный зал НТБ КНАГУ;
- компьютерные классы (ауд. 214 корпус № 3).

11 Иные сведения

Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в раз-

личных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);

- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);

- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);

- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);

- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине

«Управление электроприводами»

Направление подготовки	13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
Направленность (профиль) образовательной программы	Электропривод и автоматика
Квалификация выпускника	Магистр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2021
Форма обучения	Заочная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
2	3	5

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Курсовой проект, Экзамен	Кафедра «Электропривод и автоматизация промышленных установок»

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Профессиональные		
ПК-2 Способен к разработке технических решений отдельных частей систем электроприводов по заданным параметрам	<p>ПК-2.1 Знает существующие системы электроприводов, разработанные отечественными и зарубежными производителями</p> <p>ПК-2.2 Умеет применять правила разработки системы электропривода, удовлетворяющей заданным показателям качества</p> <p>ПК-2.3 Владеет приемами объединения отдельных частей системы электропривода в единую систему с заданными критериями качества</p>	<p>Знать принципы частотного управления электроприводами переменного тока</p> <p>Уметь рассчитывать параметры регулируемого электропривода переменного тока с заданными показателями качества.</p> <p>Владеть навыками моделирования систем электропривода переменного тока</p>

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Разделы 1-5	ПК-2	Курсовой проект	Полнота и правильность выполнения задания
Разделы 1-5	ПК-2	Лабораторные работы	Аргументированность ответов
Разделы 1-5	ПК-2	Тест	Правильность выполнения задания
Разделы 1-5	ПК-2	Вопросы к экзамену	Полнота и правильность ответов

2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
3 семестр <i>Промежуточная аттестация в форме экзамена</i>				
1	Тест	в течение семестра	10 баллов	10 баллов – 91-100 % правильных ответов – высокий уровень знаний; 8 баллов – 71-90 % правильных ответов – достаточно высокий уровень знаний; 6 баллов – 61-70 % правильных ответов – средний уровень знаний; 4 балла – 51-60 % правильных ответов – низкий уровень знаний; 0 баллов – 0-50 % правильных ответов – очень низкий уровень знаний.
2	Лабораторная работа 1	в течение семестра	5 баллов	5 баллов – студент показал отличные навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 4 балла – студент показал хорошие навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 3 балла – студент показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 0 баллов – студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.
3	Лабораторная работа 2	в течение семестра	5 баллов	
4	Лабораторная работа 3	в течение семестра	5 баллов	
7	Вопрос к экзамену	Во время сессии	5 баллов	
ИТОГО:		-	20 баллов	-
Критерии оценки результатов обучения по дисциплине: 0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине); 65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень);				

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
	75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень); 85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)			

3 семестр Промежуточная аттестация в форме «КП»
<p>По результатам защиты курсового проекта (работы) выставляется оценка по 4-балльной шкале оценивания</p> <ul style="list-style-type: none"> - оценка «отлично» выставляется студенту, если в работе содержатся элементы научно-го творчества и делаются самостоятельные выводы, достигнуты все результаты, указанные в задании, качество оформления отчета соответствует установленным в вузе требованиям и при защите студент проявил отличное владение материалом работы и способность аргументировано отвечать на поставленные вопросы по теме работы; - оценка «хорошо» выставляется студенту, если в работе достигнуты все результаты, указанные в задании, качество оформления отчета соответствует установленным в вузе требованиям и при защите студент проявил хорошее владение материалом работы и способность аргументировано отвечать на поставленные вопросы по теме работы; - оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если в работе достигнуты основные результаты, указанные в задании, качество оформления отчета в основном соответствует установленным в вузе требованиям и при защите студент проявил удовлетворительное владение материалом работы и способность отвечать на большинство поставленных вопросов по теме работы; - оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если в работе не достигнуты основные результаты, указанные в задании или качество оформления отчета не соответствует установленным в вузе требованиям, или при защите студент проявил неудовлетворительное владение материалом работы и не смог ответить на большинство поставленных вопросов по теме работы.

Задания для текущего контроля

ТЕСТ

1. Чем определяется предельная выходная частота непосредственного преобразователя частоты (НПЧ)?

<p>а) предельная выходная частота НПЧ зависит от частоты коммутации вентиляей</p> <p>в) предельная выходная частота НПЧ определяется типом коммутации вентиляей</p>	<p>б) предельная выходная частота НПЧ зависит от пульсности схемы вентиляейной группы</p> <p>г) предельная выходная частота НПЧ определяется частотой задающего генератора</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2. В чем принципиальное отличие преобразователей частоты на основе инверторов напряжения и тока?

<p>а) нет отличий</p> <p>в) в структуре построения фильтра промежуточного звена постоянного тока</p>	<p>б) в схемном решении выпрямителя</p> <p>г) в построении инвертора</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------

3. Назначение и цель ориентации системы координат x, y по вектору потокосцепления

- а) получить скалярные значения векторов тока, напряжения и потокосцепления
 в) в возможности реализации подчиненных каналов регулирования скорости и потокосцепления
- б) в понижении сложности математического описания системы ПЧ -АД
 г) в возможности выделения параметра пропорционального скорости синхронной скорости поля статора

4. Достоинства и недостатки систем управления ЧРЭ с прямой и косвенной ориентацией по потоку сцепления ротора

- а) более высокая точность регулирования, меньшая сложность ПЧ, сложность технической реализации, меньшая надежность
 в) больший диапазон регулирования скорости, простота реализации, отсутствие датчиков потокосцепления
- б) более высокая точность регулирования, простота компенсации взаимосвязей, возможность построения бездатчиковой системы, меньшая надежность
 г) затрудняюсь ответить

5. Принцип системы прямого управления моментом (DTC) построен на:

- а) поддержания постоянства соотношения между напряжением и частотой
 в) на поддержании на максимуме потокосцепления двигателя
- б) на коммутации обмоток статора в соответствии с положением ротора
 г) на поддержании постоянным угла фазового сдвига между векторами потокосцеплений статора и ротора

6. Охарактеризуйте взаимосвязанную многодвигательную систему электропривода

- а) система имеющая п-входов и п - выходов
 в) система, состоящая из нескольких локальных систем электропривода с перекрестными связями между ними
- б) сложная электромеханическая система с взаимным влиянием параметров внутри системы
 г) система, представляющая собой многоконтурную систему регулирования

Лабораторные работы

1. Изучение элементов систем управления электропривода

1. Для чего служит задатчик интенсивности?
2. Чем реализуется темп нарастания напряжения задатчика интенсивности?
3. Как ограничивается уровень выходного напряжения задатчика интенсивности?
4. Что такое регулятор и какие функции он выполняет в замкнутой системе регулирования?
5. Какие существуют схемы ограничения выходного сигнала операционного усилителя? Каковы их принципы действия?
6. Как расчетным путем определить передаточную функцию регулятора?
7. Как экспериментально определить параметры П-, ПИ-, И- регуляторов?
8. Почему в разомкнутых контурах регулирования не допускается работа аналогового регулятора в интегрирующем режиме?

2. Исследование системы подчиненного регулирования с внешним контуром скорости

1. С какой целью и на каких этапах исключаются конденсаторы в регуляторах РС и РТ?
2. С какой целью и на каких этапах настройки системы электропривода в цепь якоря ДПТ вводится добавочный резистор модуля добавочных сопротивлений №2?
3. При каких настройках отключается возбуждение ДПТ?
4. Как определить знак обратной связи по току в контуре тока?
5. Как определить знак обратной связи по скорости в контуре регулирования скорости?

6. Как экспериментально на стенде выставить и проверить величину коэффициента усиления П-канала регулятора?

7. С какой целью статическая характеристика регулятора скорости выполнена с насыщением?

8. Какие показатели процессов нужно обеспечить при настройке регулятора тока?

9. Какие показатели процессов нужно обеспечить при настройке регулятора скорости?

10. С помощью каких узлов формируется прямоугольная токовая диаграмма при разгоне лабораторного электропривода?

11. Как выставить требуемую величину тока упора ДПТ?

3. *Исследование замкнутой системы «преобразователь частоты- асинхронный двигатель»*

1. Объясните принцип работы импульсного датчика частоты вращения. Как осуществляется определение направления вращения двигателя?

2. Что такое система подчиненного регулирования?

3. Почему на практике обычно не используют ПИД-регулятор скорости?

4. Какие показатели переходного процесса необходимо обеспечить при настройке контура скорости?

Задания для промежуточной аттестации Курсовой проект

Для заданных функциональных схем систем частотно-регулируемого электропривода необходимо выполнить:

1) Подробно проанализировать техническое задание и выяснить исходные данные для выбора системы автоматического регулирования (САУ): режим работы привода, способ управления силовым источником питания привода, диапазон регулирования, требования к точности в установившемся и переходном режимах, характерные возмущения, цель управления (стабилизация какого-либо параметра - скорости, тока, момента, слежение по углу, скорости, току, программное регулирование и т.д.).

2) Для заданного двигателя произвести выбор преобразователя частоты с учетом способа управления им. Выбрать также все элементы главной цепи (дроссели и конденсаторы фильтров, сопротивления и другие).

3) Выбрать необходимые датчики (скорости, тока, напряжения и другие) с учетом точности, нагрузки и их конструктивных особенностей.

4) Выбрать устройства управления (усилители, устройства задания, потенциальные развязки, регуляторы и другие.), обращая внимание на согласование устройств между собой по току и по напряжению.

5) Выбрать устройства защиты, сигнализации и коммутации (автоматические выключатели, реле, контакторы, датчики защит и другие устройства).

6) Подготовить данные для динамического и статического расчета системы: определить коэффициенты усиления и постоянные времени звеньев системы, возможность их линеаризации или необходимость учета нелинейностей. Определить передаточные функции звеньев и составить структурную схему системы электропривода.

7) Произвести статический расчет системы (если он необходим) и построить статические характеристики во всем диапазоне изменения параметров задания и нагрузки.

8) Провести синтез параметров регуляторов тока, скорости, потокоцеления.

9) Составить схему моделирования и выполнить моделирование с оценкой правильности расчетных настроек регуляторов.

10) Проверить качество системы, для чего построить переходной процесс по управлению и по возмущению (моделированием) с введением в систему нелинейностей, которыми пренебрегли при расчетах.

11) Составить принципиальную схему разработанного электропривода.

В курсовом проекте расчет переходных процессов в системе и проверку качества системы целесообразно проводить с использованием средств цифровой вычислительной техники. Для расчета на ЭВМ переходных процессов рекомендуется использовать программы PSM, использующие в качестве исходных данных для расчета структурную схему системы, записанную в передаточных функциях.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ

В задании на курсовой проект приводится функциональная схема системы и следующие основные исходные данные:

- 1) напряжение питающей сети;
- 2) тип, мощность и скорость вращения электродвигателя;
- 3) диапазон регулирования скорости;
- 4) момент инерция механизма, приведенный к валу двигателя;
- 5) точность стабилизации или слежения;
- 6) допустимое перерегулирование и максимальное время переходного процесса.

Остальные исходные данные должны выбираться самостоятельно на основании изучения систем электропривода. В числе некоторых таких дополнительных исходных данных могут быть:

1) технические данные электродвигателя (номинальный ток, напряжение, момент инерции якоря, индуктивность обмоток и другие данные), которые выбираются из справочной литературы и каталогов, данные некоторых двигателей приведены в разделе 19 данных методических указаний;

- 2) величина допустимых перегрузок и необходимость токоограничения;
- 3) способ управления преобразователем.

Принятые дополнительные данные и допущения кратко излагаются в расчетно-пояснительной записке после записи задания на курсовое проектирование.

Экзамен

Контрольные вопросы к экзамену

1. Статические преобразователи частоты, принцип работы особенности построения
2. Схемы замещения асинхронного двигателя при питании от источников напряжения и тока
3. Статические характеристики асинхронного двигателя в разомкнутой системе ПЧ-АД
4. Электромагнитная мощность и момент асинхронного двигателя
5. Скалярное управление частотно-регулируемого асинхронного электропривода. Разомкнутые системы управления
6. Замкнутые системы частотного управления
 - Системы управления с обратной связью по току статора
 - Системы управления с обратной связью по скорости двигателя
 - Частотно-токовое управление
7. Понятия векторного управления
8. Структурная схема АД при управлении по вектору потокосцепления ротора
9. Система управления с прямой ориентацией по вектору потокосцепления ротора АД
10. Системы управления с косвенной ориентацией по вектору потокосцепления ротора АД
11. Прямое управление моментом, структура системы управления.
12. Статические и динамические характеристики системы ДТС

13. Вентильный двигатель, математическое описание
14. Типовые структуры управления вентильным двигателем.
15. Система управления скоростью на базе вентильного двигателя.
16. Взаимосвязанные системы управления электроприводами, требования предъявляемые к ним.
17. Анализ и синтез параметров регуляторов взаимосвязанных систем регулирования

Лист регистрации изменений к РПД

№ п/п	Основание внесения изменения	Количество страниц изменения	Подпись разработчика РПД
1			
2			