

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 32

УТВЕРЖДАЮ

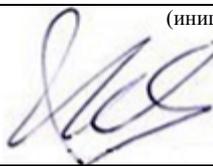
Руководитель направления

проф., д.т.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)

А.Л. Ронжин

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«30» августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Проектирование электроприводов»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки	15.03.06
Наименование направления подготовки	Мехатроника и робототехника
Наименование направленности	Робототехника
Форма обучения	очная

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

<u>Ст. преподаватель</u> (должность, уч. степень, звание)	 (подпись, дата)	<u>О.Б. Чернышева</u> (инициалы, фамилия)
--	--	--

Программа одобрена на заседании кафедры № 32

«30» августа 2021 г., протокол № 1

Заведующий кафедрой № 32

<u>д.т.н., проф.</u> (уч. степень, звание)	 (подпись, дата)	<u>А.Л. Ронжин</u> (инициалы, фамилия)
---	--	---

Ответственный за ОП ВО 15.03.06(01)

<u>доц., к.т.н., доц.</u> (должность, уч. степень, звание)	 (подпись, дата)	<u>С.В. Соленый</u> (инициалы, фамилия)
---	---	--

Заместитель директора института №3 по методической работе

<u>доц., к.э.н., доц.</u> (должность, уч. степень, звание)	 (подпись, дата)	<u>Г.С. Армашова-Тельник</u> (инициалы, фамилия)
---	--	---

Аннотация

Дисциплина «Проектирование электроприводов» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» направленности «Робототехника». Дисциплина реализуется кафедрой «№32».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-1 «Способен создавать и эксплуатировать робототехнические системы»

ПК-2 «Способен организовывать материальное и документальное обеспечение ремонта робототехнических систем»

ПК-3 «Способен проводить расчетные и конструкторские работы по проектированию и созданию робототехнических систем»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с:

- изучением и освоением методик расчета и проектирования основных типов электрических приводов – электрических приводов постоянного и переменного тока;
- изучением и анализом научно-технической информации отечественного и зарубежного опыта по разработке и проектированию электрических приводов;
- приобретением навыков расчета и проектирования электрических приводов;
- развитием и закреплением навыков к самоорганизации и саморазвитию.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельная работа обучающегося, курсовое проектирование.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский».

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины является формирование у студентов необходимых знаний и умений по современным методикам расчета и проектирования электрических приводов, что позволит им успешно решать теоретические и практические задачи в их профессиональной деятельности. Обучающиеся должны освоить дисциплину на уровне, позволяющем им ориентироваться в схемных решениях, математических моделях, свойствах и характеристиках замкнутых и разомкнутых систем электроприводов постоянного и переменного тока. Уровень освоения дисциплины должен позволять студентам проводить обоснованный выбор структурной схемы проектируемого электропривода, выполнять типовые расчеты основных параметров и характеристик электрических приводов, выполнять синтез систем электроприводов, используя современные цифровые технологии расчета и проектирования электроприводов, оценивать техническое состояние, поддержание и восстановление работоспособности робототехнических систем. Актуальность дисциплины обусловлена необходимостью подготовки высококвалифицированных специалистов в условиях цифровой экономики, путем включения в РПД компонентов, формирующих профессиональные компетенции по применению цифровых технологий согласно потребностям робототехнических комплексов.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-1 Способен создавать и эксплуатировать робототехнические системы	ПК-1.У.1 умеет создавать и эксплуатировать продукты сервисной и промышленной робототехники на основе имеющихся результатов исследований и разработок
Профессиональные компетенции	ПК-2 Способен организовывать материальное и документальное обеспечение ремонта робототехнических систем	ПК-2.3.1 знает принципы работы и необходимые инструменты по настройке и отладке и робототехнических средств
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способен проводить расчетные и конструкторские работы по проектированию и созданию робототехнических	ПК-3.В.1 владеет навыками определения технических характеристик элементов, входящих в состав робототехнических средств

	систем	
--	--------	--

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Математический анализ»,
- «Физика»,
- «Электрические и гидравлические приводы мехатронных и робототехнических систем»,
- «Механика»,
- «Основы проектной деятельности»,
- «Электротехника»,
- «Электроника»,
- «Теория автоматического управления»,
- «Промышленная электроника».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

- «Управление роботами и робототехническими системами»,
- «Дипломное проектирование».

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам	
		№7	№8
1	2	3	4
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	4/ 144	3/ 108	1/ 36
Из них часов практической подготовки	27	17	10
Аудиторные занятия, всего час.	44	34	10
в том числе:			
лекции (Л), (час)	17	17	
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17	
лабораторные работы (ЛР), (час)			
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)	10		10
экзамен, (час)	54	54	
Самостоятельная работа, всего (час)	46	20	26
Вид промежуточной аттестации: экзамен	Экз.,	Экз.	

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины		Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 7						
Раздел 1.	Введение Общие вопросы	2				3

проектирования ЭП					
Тема 1.1. Содержание технического задания на проектирование ЭП. Основные этапы проектирования ЭП	1				
Тема 1.2 Методика выбора электродвигателей для ЭП.	1	4			
Раздел 2. Методы проверки двигателей на нагрев	3				3
Тема 2.1 Проверка двигателей на нагрев прямым и косвенным методами	1				
Тема 2.2 Особенности проверки двигателей по нагреву косвенными методами при различных режимах их работы	2				
Раздел 3. Передаточные функции электропривода постоянного тока	4				4
Тема 3.1 Передаточные функции датчиков регулируемых параметров замкнутых систем ЭП	2				
Тема 3.2 Основные положения теории синтеза систем подчиненного регулирования	2				
Раздел 4. Усилители мощности для ЭП постоянного тока	2				4
Тема 4.1 Усилители мощности с реверсивным ШИП	1	4			
Тема 4.2 Усилители мощности, выполненные на базе управляемых выпрямителей	1				
Раздел 5. Проектирование ЭП на основе вентильного двигателя.	3				3
Тема 5.1 Математическая модель вентильного двигателя. Передаточная функция и структурная схема вентильного двигателя.	2				
Тема 5.2 Методика выбора двигателя и полупроводникового коммутатора.	1				
Раздел 6. Проектирование асинхронного ЭП.	3				3
Тема 6.1. Расчет параметров асинхронного ЭП при регулировании напряжения, подаваемого на обмотку статора.	2				
Тема 6.2. Математическая модель АД при частотном управлении (ЧУ).	1				
Итого в семестре:	17	17			20
Семестр 8					
Выполнение курсового проекта				10	26
Итого в семестре:				10	26
Итого	17	17	0	10	46

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
Раздел 1.	Введение. Общие вопросы проектирования ЭП
Тема 1.1.	Содержание технического задания на проектирование ЭП. Основные этапы проектирования ЭП
Тема 1.2	Методика выбора двигателя для электроприводов вентиляторов, насосов, грузоподъемных механизмов, манипуляторов роботов
Раздел 2.	Методы проверки двигателей на нагрев
Тема 2.1	Проверка двигателей на нагрев прямым и косвенным методами
Тема 2.2	Особенности проверки двигателей по нагреву косвенными методами при различных режимах их работы
Раздел 3.	Передаточные функции электропривода постоянного тока
Тема 3.1	Методика расчета передаточных функций датчиков регулируемых параметров замкнутых систем ЭП
Тема 3.2	Основные положения теории синтеза систем подчиненного регулирования. Расчет параметров регуляторов в системах подчиненного регулирования: - контура тока; - контура скорости; - контура положения.
Раздел 4.	Усилители мощности для ЭП постоянного тока
Тема 4.1	Методика расчета усилителя мощности с реверсивным ШИП
Тема 4.2	Методика расчета усилителя мощности, выполненные на базе управляемых выпрямителей
Раздел 5.	Проектирование ЭП на основе вентильного двигателя.
Тема 5.1	Математическая модель вентильного двигателя. Передаточная функция и структурная схема вентильного двигателя.
Тема 5.2	Методика выбора двигателя и полупроводникового коммутатора.
Раздел 6.	Проектирование асинхронного ЭП.
Тема 6.1.	Расчет параметров асинхронного ЭП при регулировании напряжения, подаваемого на обмотку статора. Расчет тиристорного регулятора, расчет параметров регуляторов.
Тема 6.2.	Структурная схема АД при частотном управлении (ЧУ). Передаточная функция АД при ЧУ. Расчет параметров регуляторов контура тока, скорости, положения

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 7					
1	Методика выбора двигателя для электроприводов грузоподъемных механизмов,	Решение задач	4	4	Тема 1.2.

	манипуляторов роботов.				
2	Проверка двигателя на нагрев.	Решение задач	4	4	Тема 3.2
3	Расчет параметров регуляторов в системах подчиненного регулирования: контура тока, контура скорости, контура положения.	Решение задач	2	2	Тема 3.2
4	Методика расчета усилителя мощности с неуправляемым выпрямителем и реверсивным транзисторным ШИП.	Решение задач	4	4	Тема 4.1
5	Расчет параметров асинхронного ЭП при регулировании напряжения, подаваемого на обмотку статора.	Решение задач	3	3	Тема 6.1
Всего			17	17	

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено				
Всего				

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Цель курсового проекта: закрепление знаний по курсу «Электрические и гидравлические приводы мехатронных и робототехнических систем»»;

- приобретение навыков проектирования, расчёта и анализа систем электрических приводов.

В соответствии с заданием на курсовую работу студентам предлагается спроектировать замкнутую систему ЭП, регулируемого по скорости (скоростной ЭП) или регулируемого по положению (следающий ЭП).

Часов практической подготовки: 10

Примерные темы заданий на курсовой проект приведены в разделе 10 РПД.

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 7, час	Семестр 8, час
1	2	3	4
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	10	10	
Курсовое проектирование (КП, КР)	26		26
Расчетно-графические задания (РГЗ)			
Выполнение реферата (Р)			
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	5	5	
Домашнее задание (ДЗ)			
Контрольные работы заочников (КРЗ)			
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	5	5	
Всего:	46	20	26

5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
62-83 M29	Мартынов А.А.. Электрический привод: учеб. пособие.–СПб.: ГУАП, 2015. – 524 с.	40
621.313 M29	Мартынов А.А. Основы проектирования электрических приводов.: Учеб. пособие/. СПб.:СПбГУАП, 2013. 141с.: ил.	30
	Тимошкин В.В. Проектирование и исследование асинхронных электроприводов: учебное пособие / В.В. Тимошкин, И.А. Чернышев, А.Ю. Чрнышев, Н.А. Воронина; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2018. – 151 с. URL: Проектирование и исследование асинхронных электроприводов (znanium.com)	-
	Москаленко В.В. Электрический привод: / учебник / В.В. Москаленко. – Москва: ИНФРА-М, 2022. – 364 с. URL: Электрический привод (znanium.com)	-
	Шевченко А.Ф. Проектирование асинхронных двигателей: учебное пособие / А.Ф. Шевченко,	-

	Л.Г. Шевченко. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2020. – 122 с. URL: Проектирование асинхронных двигателей (znaniy.com)	
621.865.8 М29	Мартынов А.А. Вентильный ЭП роботов. Расчет и проектирование систем тиристорного ЭП. Учебное пособие./ ЛИАП. Л. 1991г.-92с.	30

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
URL:http://194.226.30/32/book.htm	Библиотека Администрации Президента РФ [Электронный ресурс]
URL:http://imin.urfu.ac.ru	Виртуальные библиотеки [Электронный ресурс].
URL:http://www.rsl.ru	Российская национальная библиотека [Электронный ресурс].
URL:http://web.ido.ru	Электронная библиотека [Электронный ресурс].
URL:http://gpntb.ru	Государственная публичная научно-техническая библиотека России [Электронный ресурс].
http://window.edu.ru/	Информационный портал «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]
https://www.studmed.ru/science/radioelektronika/components	Электронная компонентная база (ЭКБ)
https://cyberleninka.ru/	КиберЛенинка

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	21-18
2	Мультимедийная лекционная аудитория	21-21

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Примерный перечень вопросов для тестов.
Выполнение курсового проекта	Экспертная оценка на основе требований к содержанию курсового проекта.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов для экзамена	Код индикатора
1	Классификация систем автоматизированного электропривода	ПК-1.У.1
2	Содержание технического задания на проектирование ЭП. Основные этапы проектирования ЭП.	
3	Выбор электродвигателя и передаточного отношения редуктора при циклическом характере нагрузки.	
4	Анализ данных, необходимых для проектирования ЭП.	
5	Выбор электродвигателя для ЭП вентилятора и насоса.	
6	Выбор электродвигателя для ЭП тележки мостового крана	
7	Методика расчета управляемого выпрямителя для ЭП постоянного тока.	
8	Методика расчета транзисторного реверсивного широтно-импульсного преобразователя для ЭП постоянного тока.	
9	Методика выбора датчиков тока и напряжения для замкнутых систем ЭП.	
10	Методика выбора датчиков скорости и положения для замкнутых систем ЭП.	
11	Методика расчета регулятора тока в замкнутой системе подчиненного регулирования.	
12	Методика расчета регулятора скорости в замкнутой системе подчиненного регулирования.	
13	Методика расчета параметров корректирующего звена ЭП при частотном методе синтеза замкнутой системы ЭП.	
14	Проверка двигателей на нагрев прямым методом.	
15	Проверка двигателей на нагрев косвенным методом.	
16	Особенности проверки двигателей по нагреву косвенными методами при различных режимах их работы	
17	Системы с токоограничением. Расчет параметров регуляторов в системах подчиненного регулирования.	
18	Методика расчета усилителя мощности с реверсивным ШИП	
19	Методика расчета усилителя мощности, выполненные на базе управляемых выпрямителей	

20	Структурная схема асинхронного ЭП при регулировании скорости вращения посредством регулирования величины напряжения, подаваемого на обмотку статора АД.	ПК-2.3.1	
21	Передачная функция АД при регулировании скорости вращения посредством регулирования величины напряжения, подаваемого на обмотку статора АД.		
22	Структурная схема АД при частотном управлении (ЧУ). Передачная функция АД при ЧУ.		
23	Методика расчета требуемого коэффициента усиления замкнутой по положению системы ЭП		
24	Математическая модель вентильного двигателя. Передачная функция и структурная схема вентильного двигателя		
25	Методика выбора двигателя и полупроводникового коммутатора для вентильного двигателя.		
26	Методика выбора двигателя и полупроводникового коммутатора шагового двигателя.		
27	Расчет динамических показателей шагового ЭП.		
28	Виды технического обслуживания и ремонта двигателя постоянного тока.		ПК-3.В.1
29	Виды технического обслуживания и ремонта асинхронного двигателя.		
30	Виды технического обслуживания и ремонта вентильного двигателя.		
31	Виды технического обслуживания и ремонта шагового двигателя.		
32	Оценка вероятности возникновения потенциальной опасности в электроустановке.		
33	Основные параметры оценки технического состояния электротехнического оборудования.		
34	Меры по предупреждению потенциальной опасности в робототехнических комплексах.		
35	Оценка риска (уровень риска) при функционировании электротехнического оборудования в РТК.		
36	Инженерный метод прогнозирования опасностей в электроустановке и меры по ее предупреждению.		

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
1	Электрический привод манипулятора
2	Электрический привод грузоподъемного механизма
3	Электрический привод тележки мостового крана
4	Электрический привод вентилятора
5	Электрический привод насоса

6	Электрический привод компрессора
---	----------------------------------

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1.	Приведите структурную схему разомкнутого электропривода постоянного тока.	ПК-1.У.1
2.	Приведите структурную схему разомкнутого асинхронного электропривода.	
3.	Приведите структурную схему замкнутого по скорости электропривода постоянного тока	
4.	Приведите структурную схему замкнутого по скорости асинхронного электропривода	
5.	Приведите структурную схему замкнутого по положению электропривода постоянного тока.	
6.	Укажите основные этапы методики выбора электродвигателя и передаточного отношения редуктора при циклическом характере изменения нагрузки.	
7.	Поясните, каким образом следует проверить выбранный двигатель на нагрев.	
8.	Укажите основные этапы методики расчета управляемого выпрямителя	
9.	Укажите основные этапы методики расчета широтно – импульсного реверсивного преобразователя.	
10.	Укажите, по каким параметрам следует выбирать тиристоры, диоды, транзисторы.	
11.	Напишите передаточные функции двигателя постоянного тока, вентильного преобразователя, датчика скорости, датчика положения	
12.	Составьте передаточную функцию разомкнутой системы электропривода.	
13.	Напишите передаточную функцию регулятора.	
14.	Составьте модель электропривода для исследования динамических свойств замкнутой системы.	
15.	Факторы, приводящие к отказу робототехнических систем и комплексов.	ПК-2.3.1
16.	Оценка риска (уровень риска) при функционировании робототехнических систем и комплексов.	
17.	Связь между уровнем риска и затратами на обеспечение безопасности робототехнических систем и комплексов.	
18.	Оценка вероятности возникновения потенциальной опасности в РТК.	
19.	Основные параметры оценки технического состояния РТК.	
20.	Меры по предупреждению потенциальной опасности в РТК.	
21.	Методы статистического контроля качества эксплуатации робототехнических средств, их особенности и области применения.	
22.	Внешние физические факторы воздействия на робототехническое оборудование (температура, радиация, влажность и загрязнения атмосферы, механические воздействия).	

23.	Основные этапы проверки исполнительных двигателей на нагрев прямым методом.	ПК-3.В.1
24.	Основные этапы проверки исполнительных двигателей на нагрев косвенным методом.	
25.	Математическая модель вентильного двигателя. Передаточная функция и структурная схема вентильного двигателя.	
26.	Передаточная функция и структурная схема вентильного двигателя.	
27.	Применение асинхронных двигателей в робототехнических комплексах.	
28.	Основные технические характеристики промышленных роботов.	
29.	Режимы работы электрических двигателей в промышленных роботах.	
30.	Основные компоненты промышленного робота.	

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

Лекционный материал в полном объеме излагается в лекционной аудитории согласно расписанию. Для более полного и глубокого ознакомления студентов с материалами лекции, ее электронная версия размещается в Личном кабинете в разделе «Материалы».

11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Требования к проведению практических занятий

1. Все студенты должны быть ознакомлены с темами практических занятий, приведенными в таблице 5.

2. Практические занятия целесообразно проводить по темам, предварительно изученными студентами на лекциях или самостоятельно.

3. В начале каждого практического занятия необходимо провести тестовый контроль подготовки студентов к этому занятию, воспользовавшись вопросами тестового контроля, приведенными в таблице 18.

4. С целью повышения эффективности практических занятий необходимо изучение каждой темы сопровождать решением задач. Темы практических занятий приведены в таблице 5.

5. При проведении практических занятий необходимо обращать внимание студентов на методики расчета электрических приводов, а при решении студентами практических задач необходимо акцентировать внимание на ошибки, допускаемые студентами, предлагать им найти более оптимальный путь решения задачи и т.п.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы

Курсовой проект/ работа проводится с целью формирования у обучающихся опыта комплексного решения конкретных задач профессиональной деятельности.

Курсовой проект/ работа позволяет обучающемуся:

– систематизировать и закрепить полученные теоретические знания и практические умения по профессиональным учебным дисциплинам и модулям в соответствии с требованиями к уровню подготовки, установленными программой учебной дисциплины;

– применить полученные знания, умения и практический опыт при решении комплексных задач, в соответствии с основными видами профессиональной деятельности по направлению/ специальности/ программе;

– углубить теоретические знания в соответствии с заданной темой;

– сформировать умения применять теоретические знания при решении нестандартных задач;

– приобрести опыт аналитической, расчётной, конструкторской работы и сформировать соответствующие умения;

– сформировать умения работы со специальной литературой, справочной, нормативной и правовой документацией и иными информационными источниками;

– сформировать умения формулировать логически обоснованные выводы, предложения и рекомендации по результатам выполнения работы;

– развить профессиональную письменную и устную речь обучающегося;

– развить системное мышление, творческую инициативу, самостоятельность, организованность и ответственность за принимаемые решения;

– сформировать навыки планомерной регулярной работы над решением поставленных задач.

–

Структура пояснительной записки курсового проекта/ работы

Содержание пояснительной записки курсового проекта (разделы пояснительной записки) :

- Исходные данные на проект.
- Выбор исполнительного двигателя и передаточного отношения редуктора.
- Проверка двигателя на нагрев.
- Расчет силовой схемы усилителя мощности и выбор его элементов.
- Выбор чувствительных элементов (датчиков тока, скорости, положения).
- Разработка структурной схемы проектируемого электропривода.
- Статический расчет системы.
- Расчет параметров регуляторов.
- Оценка динамических свойств проектируемого электропривода.
- Выводы по полученным результатам.

Требования к оформлению пояснительной записки курсового проекта/ работы

В пояснительной записки должны быть приведены необходимые для решения поставленной задачи рисунки, диаграммы, принципиальная электрическая схема преобразователя, структурная схема системы электропривода, схема модели привода и график переходного процесса отработки единичного управляющего воздействия.

Исходные данные для курсового проекта «Проектирование ЭП манипулятора»

Вар. №	G, Н	L _з , м	m _з , кг	Ф _{рп} , рад	$\dot{\varphi}_{рп}$, рад/с	$\ddot{\varphi}_{рп}$, рад/с ²	δ _{отн} , о.е.
1	1,0	1,4	2,0	6,28	2,0	10	0,08
2	2,0	1,4	2,0	6,0	2,5	25	0,09
3	3,0	1,2	1,9	5,5	3,0	30	0,10
4	4,0	1,2	1,9	5,0	3,5	35	0,11

5	5,0	1,1	1,8	4,5	4,0	40	0,12
6	6,0	1,1	1,8	4,0	4,5	45	0,13
7	7,0	1,0	1,6	3,5	5,0	50	0,14
8	8,0	1,0	1,6	3,0	5,5	10	0,15
9	9,0	0,9	1,4	3,5	6,0	25	0,08
10	10,0	0,9	1,4	4,0	2,0	30	0,09
11	11,0	0,8	1,3	4,5	2,5	35	0,10
12	12,0	0,8	1,3	5,0	3,0	40	0,11
13	13,0	0,7	1,4	5,5	3,5	45	0,12
14	14,0	0,7	1,4	6,0	4,0	50	0,13
15	15,0	0,6	1,5	5,5	4,5	10	0,14
16	16,0	0,6	1,5	5,0	5,0	25	0,15
17	17,0	0,5	1,6	4,5	5,5	30	0,08
18	18,0	0,5	1,6	4,0	6,0	35	0,09
19	19,0	0,4	1,7	3,5	5,5	40	0,10
20	20,0	0,4	1,7	3,0	5,0	45	0,11
21	18,0	0,3	1,6	3,5	4,5	50	0,12
22	16,0	0,4	1,5	4,0	5,0	45	0,13
23	14,0	0,6	1,4	4,5	5,5	40	0,14
24	12,0	0,8	1,4	5,0	6,0	35	0,15

Принятые в таблице обозначения:

- G - грузоподъемность манипулятора, Н;
- L_3 - длина звена исполнительного механизма, м;
- m_3 - масса звена, кг;
- J_3 - момент инерции звена относительно поперечной оси, проходящей через центр массы звена, кг м²;
- ρ – расстояние от центра массы звена до оси вращения звена (или радиус инерции), м;
- φ_{pm} – максимальный угол поворота звена, рад;
- $\dot{\varphi}_{pm}$ - максимальная угловая скорость поворота звена, рад/с;
- $\ddot{\varphi}_{pm}$ - максимальная угловая скорость поворота звена, рад/с²;
- $\delta_{отн}$ - максимально допустимая ошибка позиционирования, о.е.

Задание на курсовую работу «Проектирование ЭП лебедки»

Вар.№	$m_{гр}$, кг	$v_{н.о}$, м/с	$\Delta v_{н.о}/v_{н.о}$
1	400	0,05	0,005
2	500	0,06	0,006
3	600	0,07	0,007
4	700	0,08	0,008
5	800	0,09	0,009
6	900	0,10	0,010
7	1000	0,11	0,011
8	1100	0,12	0,012
9	1200	0,13	0,013
10	1300	0,14	0,014
11	1400	0,15	0,015

12	1500	0,16	0,016
13	1600	0,17	0,017
14	1700	0,18	0,016
15	1800	0,19	0,015
16	1900	0,20	0,014
17	2000	0,19	0,013
18	2100	0,18	0,012
19	2200	0,17	0,011
20	2300	0,16	0,010
21	2400	0,15	0,009
22	2500	0,14	0,008
23	2600	0,13	0,007
24	2700	0,12	0,006

Принятые обозначения:

- $m_{гр}$, – масса поднимаемого груза, кг;
- $v_{н.о}$ – скорость подъема, м/с;
- $\Delta v_{н.о}/v_{н.о}$ – точность поддержания скорости.

Параметры питающей сети переменного тока:

- напряжение $U_c=220/380$ В;
- допустимое отклонение напряжения $\pm 10\%$;
- частота питающей сети $f_c=50$ Гц.

Допустимая величина пульсации тока обмотки якоря $I_{я.п}=0,1I_{я.н}$.

Допустимый коэффициент перегрузки двигателя по моменту, $k_{пер}=1,5$.

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Проведение текущего контроля успеваемости осуществляется с помощью тестов, приведенных в таблице 18. Оценивание текущего контроля успеваемости оценивается по системе зачет/ не зачет. Положительный результат текущего контроля успеваемости дает студенту дополнительный балл при проведении промежуточной аттестации.

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего

образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

– экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

Промежуточная аттестация оценивается по результатам текущего контроля успеваемости. В случае, если студент по уважительной причине не выполнил требования текущего контроля, ему предоставляется возможность сдать задолженности по пропущенным темам. Форма проведения промежуточной аттестации – письменная.

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой