

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

ДОЦ., К.Т.Н., ДОЦ.

(должность, уч. степень, звание)

С.В. Солёный

(подпись)

«24» марта 2022 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Проектирование электроприводов»

(Название дисциплины)

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

Санкт-Петербург– 2022 г.

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил(а)

Ст. преп.
должность, уч. степень, звание
подпись, датаО.Б. Чернышева
инициалы, фамилияПрограмма одобрена на заседании кафедры № 32
«21» марта 2022 г, протокол № 8

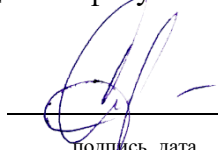
Заведующий кафедрой № 32

доц., к.т.н., доц.
должность, уч. степень, звание
подпись, датаС.В. Солёный
инициалы, фамилия

Ответственный за ОП 15.03.06(01)

доц., к.т.н., доц.
должность, уч. степень, звание
подпись, датаО.Я. Солёная
инициалы, фамилия

Заместитель директора института (декана факультета) № 3 по методической работе

Ст. преп.
должность, уч. степень, звание
подпись, датаН.В. Решетникова
инициалы, фамилия

Аннотация

Дисциплина «Проектирование электроприводов» входит в вариативную часть образовательной программы подготовки обучающихся по направлению 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» направленность «Робототехника». Дисциплина реализуется кафедрой №32.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника

общекультурных компетенций:

ОК-7 «способность к самоорганизации и самообразованию»;

профессиональных компетенций:

ПК-1 «способность составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычисл»,

ПК-2 «способность разрабатывать программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах, а также для их проектирования»,

ПК-14 «способность планировать проведение испытаний отдельных модулей и подсистем мехатронных и робототехнических систем, участвовать в работах по организации и проведению экспериментов на действующих объектах и экспериментальных макетах, а также в обработке рез».

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 закреплении навыков к самоорганизации и саморазвитию.

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

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский».

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью 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 методики расчета и проектирования электроприводов.

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

В результате освоения дисциплины студент должен обладать следующими компетенциями:

ОК-7 «способность к самоорганизации и самообразованию»:

знать - основы предметной области - теории и практики проектирования электрических приводов;
уметь - самостоятельно производить поиск и анализ новой информации по методикам проектирования электрических приводов;

владеть навыками поиска необходимой информации, используя современные информационные технологии;

иметь опыт деятельности с компьютерными системами поиска информации.

ПК-1 «способность составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники»:

знать - физические основы работы электрических приводов;

уметь - составлять математические модели электрических приводов;

владеть навыками - работы с прикладными программами для исследования характеристик установившегося и переходных режимов работы электрических приводов;

иметь опыт деятельности - по расчеты и проектированию электрических приводов.

ПК-2 «способность разрабатывать программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах, а также для их проектирования»:

знать - основные прикладные программы, используемые для исследования динамических характеристик ЭП;

уметь - использовать прикладные программы для исследования динамических характеристик ЭП;

владеть навыками - работы с прикладными программами для расчета динамических показателей ЭП;

иметь опыт деятельности - по применению прикладных программ для проектирования ЭП.

ПК-14 «способность планировать проведение испытаний отдельных модулей и подсистем мехатронных и робототехнических систем, участвовать в работах по организации и проведению экспериментов на действующих объектах и экспериментальных макетах, а также в обработке результатов экспериментальных исследований»:

знать - методики выполнения испытаний электрических приводов;

уметь - проводить испытания электрических приводов;

владеть навыками - обработки испытаний;
иметь опыт деятельности - в выполнении испытаний электрических приводов.

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина базируется на знаниях, ранее приобретенных студентами при изучении следующих дисциплин:

- Электрические машины и аппараты;
- Теория автоматического управления;
- Электроприводы аэрокосмических робототехнических систем;
- Электрические и гидравлические приводы мехатронных и робототехнических систем.

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

- Моделирование и исследование роботов и робототехнических систем;
- Проектирование роботов и робототехнических систем.

3. Объем дисциплины в ЗЕ/академ. час

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 1

Таблица 1 - Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№7
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/(час)	5/ 180	5/ 180
<i>Из них часов практической подготовки</i>	25	25
<i>Аудиторные занятия, всего час.,</i> <i>В том числе</i>	51	51
лекции (Л), (час)	17	17
Практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)	17	17
Экзамен, (час)	36	36
<i>Самостоятельная работа, всего</i> <i>(час)</i>	93	93
Вид промежуточного контроля: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Экз.	Экз.

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий

Разделы и темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 2.

Таблица 2. - Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 7					
Раздел 1. Введение Общие вопросы проектирования ЭП	2	2			2
Тема 1.1. Содержание технического задания на проектирование ЭП. Основные этапы проектирования ЭП	1				
Тема 1.2 Методика выбора электродвигателей для ЭП.	1				
Раздел 2. Проектирование ЭП постоянного тока.	5	4			12
Тема 2.1 Статический расчет замкнутых систем ЭП постоянного тока	3				
Тема 2.2 Расчет параметров регуляторов в системах подчиненного регулирования	2				
Раздел 3. Проектирование ЭП на основе вентильного двигателя.	3	3			8
Тема 3.1 Математическая модель вентильного двигателя. Передаточная функция и структурная схема вентильного двигателя.	1				
Тема 3.2 Методика выбора двигателя и полупроводникового коммутатора.	2				
Раздел 4. Проектирование асинхронного ЭП.	3	4			10
Тема 4.1. Расчет параметров асинхронного ЭП при регулировании напряжения, подаваемого на обмотку статора.	1				
Тема 4.2 Математическая модель АД при частотном управлении (ЧУ).	1				
Тема 4.3 Структурные схемы асинхронного АП	1				
Раздел 5. Проектирование ЭП с шаговым двигателем.	2	2			14
Тема 5.1. Методика выбора двигателя и полупроводникового коммутатора.	2				
Раздел 6. Выбор датчиков сигналов обратной связи	2	2			

Тема 6.1.Выбор датчиков тока, напряжения	1				
Тема 6.2. Выбор датчиков скорости, положения	1				
Выполнение курсового проекта				17	47
Итого в семестре:	17	17		17	93
Итого:	17	17	0	17	93

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 3.

Таблица 3 - Содержание разделов и тем лекционных занятий

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 электродвигателей для ЭП
Раздел 2.	Проектирование ЭП постоянного тока.
Тема 2.1	Статический расчет замкнутых систем ЭП постоянного тока
Тема 2.2	Расчет параметров регуляторов в системах подчиненного регулирования
Раздел 3.	Проектирование ЭП на основе вентильного двигателя.
Тема 3.1	Математическая модель вентильного двигателя. Передаточная функция и структурная схема вентильного двигателя
Тема 3.2	Методика выбора двигателя и полупроводникового коммутатора
Раздел 4.	Проектирование асинхронного ЭП.
Тема 4.1.	Расчет параметров асинхронного ЭП при регулировании напряжения, подаваемого на обмотку статора.
Тема 4.2	Математическая модель АД при частотном управлении (ЧУ).
Тема 4.3	Структурные схемы асинхронного АП
Раздел 5.	Проектирование ЭП с шаговым двигателем. Методика выбора двигателя и полупроводникового коммутатора
Раздел 6.	Выбор датчиков сигналов обратной связи. Выбор датчиков тока, напряжения. Выбор датчиков скорости, положения

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 4.

Таблица 4 - 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	Основные этапы проектирования: выбор электродвигателя, полупроводникового преобразователя, датчиков обратных связей, синтез замкнутой системы, оценка динамических показателей системы	Решение задач	2	1	Тема 1.1.
2	Методика выбора двигателя для электроприводов вентиляторов, насосов, грузоподъемных механизмов, манипуляторов роботов	Решение задач	4	1	Тема 1.2.
3	Статический расчет замкнутых систем ЭП постоянного тока с: - отрицательной обратной связью по напряжению якоря (ООСН); - отрицательной обратной связью по скорости (ООСС); - положительной обратной связью по току якоря, (ПОСТ). Расчет параметров систем с токоограничением.	Решение задач	6	2	Тема 2.1
4	Расчет параметров регуляторов в системах подчиненного регулирования: - контура тока; - контура скорости; - контура положения.	Решение задач	3	2	Тема 2.2
5	Математическая модель вентильного двигателя. Передаточная функция и структурная схема вентильного двигателя	Решение задач	2	2	Тема 3.1
Всего:			17	8	

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5. Таблица 5 - Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено			
Всего:			

4.5. Курсовое проектирование (работа)

Цель курсового проекта:

- развитие умения сбора и анализа данных для расчета,
- проведение обоснования проектных расчетов;
- развитие умения применять стандартные пакеты прикладных программ для математического моделирования процессов ЭП;
- развитие умения проводить контроль соответствия разрабатываемых проектов требованиям нормативной документации.

Практическая подготовка: 17 часов

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 6.

Таблица 6 Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость.

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 7, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	30	30
Курсовое проектирование (КП, КР)	40	40
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	13	13
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	10	10
Всего:	93	93

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 8-10.

6. Перечень основной и дополнительной литературы

6.1. Основная литература

Перечень основной литературы приведен в таблице 7.

Таблица 7 - Перечень основной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
Кафедральные экземпляры	Мартынов А.А. Электрические и гидравлические приводы мехатронных робототехнических устройств: метод. -учеб. пособие: в 2 ч. Ч.1 Электрический привод / А.А. Мартынов. - СПб.: ГУАП, 2019. 109 с.	20
62-83 М29	1.Мартынов А.А.. Электрический привод: учеб. пособие.- СПб.: ГУАП, 2015. - 524 с.	50
621.313 М29	2.МартыновА.А. Основы проектирования электрических приводов.: Учеб. пособие/. СПб.:СПбГУАП, 2013. 141с.: ил.	45

6.2. Дополнительная литература

Перечень дополнительной литературы приведен в таблице 8.

Таблица 8 - Перечень дополнительной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка/ URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
	3.Мартынов А.А. Проектирование электроприводов: Учебн. пособие/ СПбГУАП. СПб., 2004. 97 с.	50
621.865.8 К72	4.Косулин В.Д., Мартынов А.А. Вентильный электропривод для роботов. Учебное пособие. - М.: Изд-во МАИ, 1991. -152с.	60
621.865.8 М29	5. Мартынов А.А. Вентильный ЭП роботов. Расчет и проектирование систем тиристорного ЭП. Учебное пособие./ ЛИАП. Л. 1991г.-92с.	30

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 - Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

URL адрес	Наименование
URL:http://194.226.30/32/book.htm	Библиотека Администрации Президента РФ [Электронный ресурс]
URL:http://imin.urc.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	Г осударственная публичная научно-техническая библиотека России [Электронный ресурс].
http://window.edu.ru/	Информационный портал «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]

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

8.1. Перечень программного обеспечения

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10 - Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11 - Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Состав материально-технической базы 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	21-28
2	Компьютерный класс	

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

10.1. Состав фонда оценочных средств приведен в таблице 13

Таблица 13 - Состав фонда оценочных средств для промежуточной аттестации

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

10.2. Перечень компетенций, относящихся к дисциплине, и этапы их формирования в процессе освоения образовательной программы приведены в таблице 14.

Таблица 14 - Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Номер семестра	Этапы формирования компетенций по дисциплинам/практикам в процессе освоения ОП
ОК-7 «способность к самоорганизации и самообразованию»	
1	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности
1	Физическая культура
1	Иностранный язык
2	Прикладная физическая культура (элективный модуль)
2	История
2	Безопасность жизнедеятельности
2	Иностранный язык
3	Культурология
3	Прикладная физическая культура (элективный модуль)
3	Иностранный язык
3	Философия
3	Правоведение
3	Электротехника
4	Иностранный язык
4	Электроника
4	Электротехника
4	Социология
4	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (технологическая)
4	Прикладная физическая культура (элективный модуль)
5	Силовая электроника
5	Электрические машины
5	Прикладная физическая культура (элективный модуль)
5	Электроника

5	Электрические и гидравлические приводы мехатронных и робототехнических устройств
5	Защита интеллектуальной собственности
5	Экология
6	Микропроцессорная техника в мехатронике и робототехнике
6	Управление роботами и робототехническими системами
6	Математические методы исследования в электромеханике
6	Электроприводы аэрокосмических робототехнических систем
6	Прикладная физическая культура (элективный модуль)
6	Производственная практика научно-исследовательская работа
6	Контроль качества технологических операций
6	Информационные устройства и системы в робототехнике
6	Силовая электроника
7	Оптимальные системы
7	Моделирование в электромеханике
7	Информационные технологии и системы в электромеханике и электроэнергетике
7	Менеджмент в мехатронике и робототехнике
7	Проектирование электроприводов
7	Микропроцессорная техника в мехатронике и робототехнике
7	Управление роботами и робототехническими системами
7	Методы нечеткого управления в робототехнических системах и комплексах
7	Автоматизация расчета и проектирования технических систем
7	Исполнительные устройства робототехнических систем
7	Идентификация и диагностика систем
8	Моделирование и исследование роботов и робототехнических систем
8	Теория подобия и моделирования
8	Управление роботами и робототехническими системами
8	Проблемы разработки и внедрения современных робототехнических систем
8	Экспериментальные методы исследования
8	Системы с искусственным интеллектом
8	Контроль и диагностика робототехнических систем и комплексов
8	Проектирование роботов и робототехнических систем
8	Конструирование, расчет и проектирование электромеханических и электроэнергетических устройств
8	Надежность робототехнических систем
8	Производственная преддипломная практика

ПК-1 «способность составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники»	
1	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности
2	Компьютерная графика в профессиональной сфере
3	Электротехника
4	Электротехника
4	Электроника
4	Метрология
5	Силовая электроника
5	Электрические и гидравлические приводы мехатронных и робототехнических устройств
5	Электрические машины
5	Теория автоматического управления
5	Электроника
5	Программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем
6	Управление роботами и робототехническими системами
6	Силовая электроника
6	Теория автоматического управления
6	Математические методы исследования в электромеханике
6	Информационные устройства и системы в робототехнике
6	Проектирование вторичных источников питания
6	Электромеханические и полупроводниковые преобразователи электрической энергии
6	Микропроцессорная техника в мехатронике и робототехнике
6	Электроприводы аэрокосмических робототехнических систем
6	Контроль качества технологических операций
7	Моделирование в электромеханике
7	Информационные технологии и системы в электромеханике и электроэнергетике
7	Оптимальные системы
7	Методы нечеткого управления в робототехнических системах и комплексах
7	Проектирование электроприводов
7	Исполнительные устройства робототехнических систем
7	Теория автоматического управления
7	Микропроцессорная техника в мехатронике и робототехнике
7	Управление роботами и робототехническими системами
8	Конструирование, расчет и проектирование электромеханических и электроэнергетических устройств

8	Проблемы разработки и внедрения современных робототехнических систем
8	Проектирование роботов и робототехнических систем
8	Моделирование и исследование роботов и робототехнических систем
8	Системы с искусственным интеллектом
8	Контроль и диагностика робототехнических систем и комплексов
8	Теория подобия и моделирования
8	Надежность робототехнических систем
8	Управление роботами и робототехническими системами
ПК-2 «способность разрабатывать программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах, а также для их проектирования»	
3	Электротехника
4	Электротехника
5	Теория автоматического управления
5	Программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем
6	Информационные устройства и системы в робототехнике
6	Управление роботами и робототехническими системами
6	Теория автоматического управления
6	Производственная практика научно-исследовательская работа
7	Исполнительные устройства робототехнических систем
7	Теория автоматического управления
7	Методы нечеткого управления в робототехнических системах и комплексах
7	Управление роботами и робототехническими системами
7	Оптимальные системы
7	Проектирование электроприводов
7	Моделирование в электромеханике
7	Информационные технологии и системы в электромеханике и электроэнергетике
8	Управление роботами и робототехническими системами
8	Моделирование и исследование роботов и робототехнических систем
ПК-14 «способность планировать проведение испытаний отдельных модулей и подсистем мехатронных и робототехнических систем, участвовать в работах по организации и проведению экспериментов на действующих объектах и экспериментальных макетах, а также в обработке результатов экспериментальных исследований»	
1	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности

2	Информационные технологии
5	Силовая электроника
6	Информационные устройства и системы в робототехнике
6	Силовая электроника
7	Особенности программирования в ROS
7	Проектирование электроприводов

10.3. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) у обучающихся компетенций применяется шкала модульно-рейтинговой системы университета. В таблице 15 представлена 100-балльная и 4-балльная шкалы для оценки сформированности компетенций.

Таблица 15 -Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции		Характеристика сформированных компетенций
100-балльная шкала	4-балльная шкала	
85 ≤ К ≤ 100	«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.
70 ≤ К ≤ 84	«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.
55 ≤ К ≤ 69	«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.
К ≤ 54	«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.

10.4. Типовые контрольные задания или иные материалы:

1. Вопросы для экзамена (таблица 16)

Таблица 16 - Вопросы для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов для экзамена
1	Классификация систем автоматизированного электропривода
2	Содержание технического задания на проектирование ЭП. Основные этапы проектирования ЭП. Выбор электродвигателя и передаточного отношения редуктора при циклическом характере нагрузки.
4	Выбор электродвигателя для ЭП вентилятора и насоса.
5	Выбор электродвигателя для ЭП тележки мостового крана
6	Методика расчета управляемого выпрямителя для ЭП постоянного тока.
7	Методика расчета транзисторного реверсивного широтно-импульсного преобразователя для ЭП постоянного тока.
8	Методика выбора датчиков тока и напряжения для замкнутых систем ЭП.
9	Методика выбора датчиков скорости и положения для замкнутых систем ЭП.
10	Методика расчета регулятора тока в замкнутой системе подчиненного регулирования.
11	Методика расчета регулятора скорости в замкнутой системе подчиненного регулирования.
12	Методика расчета параметров корректирующего звена ЭП при частотном методе синтеза замкнутой системы ЭП.
13	Методика статического расчета замкнутой системы ЭП постоянного тока с отрицательной обратной связью по напряжению якоря (ООСН),
14	Методика статического расчета замкнутой системы ЭП постоянного тока с отрицательной обратной связью по скорости (ООСС),
15	Методика статического расчета замкнутой системы ЭП постоянного тока с положительной обратной связью по току якоря, (ПОСТ).
16	Системы с токоограничением. Расчет параметров регуляторов в системах подчиненного регулирования.
17	Структурная схема асинхронного ЭП при регулировании скорости вращения посредством регулирования величины напряжения, подаваемого на обмотку статора АД. Передаточная функция АД при регулировании скорости вращения посредством регулирования величины напряжения, подаваемого на обмотку статора АД.
18	Структурная схема АД при частотном управлении (ЧУ). Передаточная функция АД при ЧУ.
19	Методика расчета требуемого коэффициента усиления замкнутой по положению системы ЭП

20	Математическая модель вентильного двигателя. Передаточная функция и структурная схема вентильного двигателя
21	Методика выбора двигателя и полупроводникового коммутатора для вентильного двигателя.
22	Методика выбора двигателя и полупроводникового коммутатора шагового двигателя.
23	Расчет динамических показателей шагового ЭП.

2. Вопросы (задачи) для зачета / дифференцированного зачета (таблица 17)

Таблица 17 - Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифференцированного зачета
	Не предусмотрено

3. Темы и задание для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта (таблица 18)

Таблица 18 - Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта

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

4. Вопросы для проведения промежуточной аттестации при тестировании (таблица 19) Таблица 19 -

Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
	Вопросы тестового контроля ТК-1
1.	Приведите структурную схему разомкнутого электропривода постоянного тока.
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.
Вопросы тестового контроля ТК-2	
1.	Нарисуйте функциональные схемы электропривода <ul style="list-style-type: none"> - с отрицательной обратной связью по напряжению обмотки якоря; - с отрицательной обратной связью по скорости вращения; - с положительной обратной связью по току обмотки якоря; - с отрицательной обратной связью по скорости вращения и с положительной обратной связью по току обмотки якоря.
2.	Нарисуйте основные схемы, реализующие «отсечки» сигналов.
3.	Нарисуйте функциональные схемы электропривода <ul style="list-style-type: none"> - с отрицательной обратной связью по скорости и с отрицательной обратной связью по току обмотки якоря с «отсечкой».
4.	Нарисуйте функциональную схему электропривода с упреждающим токоограничением.
5.	Объясните устройство, принцип работы асинхронного электродвигателя. Приведите основные расчетные соотношения АД.

6.	Приведите формулу для расчета скорости вращения АД и дайте пояснения каждому из способов регулирования скорости вращения АД.
7.	Напишите передаточную функцию АД при регулировании скорости вращения АД по каналу напряжения.
8.	Напишите передаточную функцию АД при регулировании скорости вращения АД по каналу частоты.
9.	Составьте структурную схему замкнутой по скорости асинхронного электропривода при регулировании скорости вращения АД по каналу напряжения.
10.	<p>Нарисуйте структурные схемы асинхронного ЭП, реализующие:</p> <ul style="list-style-type: none"> - «номинальный» закон ЧУ; - постоянство полного потока; - постоянство рабочего потока; - частотно-токовое управление; - постоянство абсолютного скольжения; - векторное управление. <p>Дайте качественную сравнительную оценку каждому из вышеперечисленных частных законов частотного управления АД.</p>
11.	Объясните устройство, принцип работы асинхронного электродвигателя. Приведите основные расчетные соотношения АД.
12.	Приведите формулу для расчета скорости вращения АД и дайте пояснения каждому из способов регулирования скорости вращения АД.
13.	Напишите передаточную функцию АД при регулировании скорости вращения АД по каналу напряжения.
14.	Напишите передаточную функцию АД при регулировании скорости вращения АД по каналу частоты.
15.	Составьте структурную схему замкнутой по скорости асинхронного электропривода при регулировании скорости вращения АД по каналу напряжения.

5. Контрольные и практические задачи по дисциплине (таблица 20)

Таблица 20 - Примерный перечень контрольных и практических задач

№ п/п	Примерный перечень контрольных и практических задач
-------	---

1	Задача 1. Определить мощность приводного электродвигателя поршневого насоса, который подает воду на высоту $H=20$ м с расходом $Q=0,03\text{ м}^3/\text{с}$. Горизонтальная длина магистрали $l=800$ м при диаметре труб $d=150$ мм, магистраль содержит две заслонки, два вентиля и четыре колена в 90° с радиусом закругления $R=500$ мм, КПД насоса $\eta_n=81\%$, КПД механической передачи от двигателя к насосу $\eta_{м.п}=95\%$, Режим насоса продолжительный.
2	Задача 2. АД краново - металлургической серии типа МТКВ 511-8 имеет номинальные мощность $P_{ном} = 28$ кВт при $\eta_{ном} = 25\%$ и скорость $n_{ном} = 700$ об/мин. Оценить нагрев двигателя, если он будет периодически включаться на 3 мин и преодолевать при этом момент нагрузки $M_c=350$ Нм, после чего будет отключаться на 5 мин. Данный цикл работы относится к повторно- кратковременному режиму.

10.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и / или опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в Положениях «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульнорейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Целью дисциплины является - получение студентами необходимых знаний, умений и навыков в области проектирования электрического привода, а именно:

- развитие умения сбора и анализа данных для расчета,
- проведение обоснования проектных расчетов;
- развитие умения применять стандартные пакеты прикладных программ для математического моделирования процессов ЭП;
- развитие умения проводить контроль соответствия разрабатываемых проектов требованиям нормативной документации.

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала приведены в Методических указаниях по изучению курса «Проектирование электроприводов» и в учебных пособиях [1], [2], [3], [5] .

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 обучающимся 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».

Целью дисциплины является - получение студентами необходимых знаний, умений и навыков по современному электрическому приводу, 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 электроприводов постоянного и переменного тока.

11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий приведены в Методических указаниях по изучению курса «Проектирование электроприводов» и в учебных пособиях [1], [2], [3], [5].

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающейся 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 обучающемуся 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.

Функции практических занятий:

- познавательная;
- развивающая;
- воспитательная.

По характеру выполняемых обучающимся заданий по практическим занятиям подразделяются на:

- ознакомительные, проводимые с целью закрепления и конкретизации изученного теоретического материала;
- аналитические, ставящие своей целью получение новой информации на основе формализованных методов;
- творческие, связанные с получением новой информации путем самостоятельно выбранных

подходов к решению задач.

Формы организации практических занятий определяются в соответствии со специфическими особенностями учебной дисциплины и целями обучения. Они могут проводиться:

- в интерактивной форме (решение ситуационных задач, занятия по моделированию реальных условий, деловые игры, игровое проектирование, имитационные занятия, выездные занятия в организации (предприятия), деловая учебная игра, ролевая игра, психологический тренинг, кейс, мозговой штурм, групповые дискуссии);
- в не интерактивной форме (выполнение упражнений, решение типовых задач, решение ситуационных задач и другое).

Методика проведения практического занятия может быть различной, при этом важно достижение общей цели дисциплины.

Требования к проведению практических занятий:

При проведении практических занятий преподаватель должен придерживаться следующего плана:

- изложить суть практического занятия и методику его выполнения;
- выдать индивидуальное задание каждому студенту группы;
- контролировать активность студентов в процессе выполнения задания;
- проверить результат выполнения задания и оценить полноту и качество выполнения по 100 бальной шкале рейтинга;
- отметить в журнале посещения персональное присутствие студентов;
- провести консультации по пропущенным темам практических занятий;
- проверить результаты самостоятельного освоения материала по пропущенным темам.

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

Цель выполнения курсового проекта: развить и закрепить навыки студентов по расчету и проектированию электрических приводов. Проектирование электрического привода выполняется в соответствии с техническим заданием.

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, программой подготовки специалиста соответствующего уровня, квалификации;
- 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.

Задания на курсовые работы

Задание на курсовую работу «Проектирование ЭП манипулятора»

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.
- Расчет параметров регуляторов.
- Оценка динамических свойств проектируемого электропривода.

В пояснительной записке 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.

В состав механической части привода входят электрический двигатель, редуктор и металлический рычаг. Вал двигателя соединен с входным валом редуктора. Выходной вал редуктора жестко соединен с металлическим рычагом. На втором конце рычага закреплен груз с заданной массой m . Груз следует переместить в вертикальной плоскости на заданный угол перемещения ($\varphi_{пр}$), с заданной скоростью ($\dot{\varphi}_{пр}$) и заданным ускорением ($\ddot{\varphi}_{пр}$). Режим работы привода циклический.

При выполнении курсового проекта студенты ориентируются на привод с коллекторным электродвигателем постоянного тока. В качестве усилителя мощности выбирается или управляемый выпрямитель, или широтно-импульсный преобразователь.

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.

В пояснительной записке 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.

Требования к оформлению пояснительной записки курсового проекта/ работы

Пояснительная записка оформляется в соответствии с требованиями стандартов ГУАП к

оформлению пояснительных записок курсовых работ.

Текст записки должен быть напечатан на листах формата А4 и сброшюрован.

При оформлении пояснительной записки к курсовому проекту необходимо использовать следующую нормативно-правовую документацию:

Отчеты следует оформлять в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32-2017 и ГОСТ 2.105-2019:

- ГОСТ 7.32-2017 - СИБИД. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления
- ГОСТ 2.105-2019 - ЕСКД. Общие требования к текстовым документам

Список использованных источников необходимо оформлять в соответствии с требованиями ГОСТ 7.0.100-2018:

- ГОСТ 7.0.100-2018 - Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления.

Ссылка на правила оформления курсового проекта размещена на сайте ГУАП. URL: <https://guap.ru/standart/doc>.

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 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».

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.

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

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