

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

(инициалы, фамилия)

(подпись)

«23» июня 2022 г.

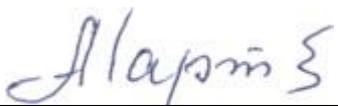
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Электрические и гидравлические приводы мехатронных и робототехнических  
устройств»  
(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>доцент, к.т.н., доцент</u> (должность, уч. степень, звание)	<u></u> (подпись, дата)	<u>А.А. Мартынов</u> (инициалы, фамилия)
---	--	---

Программа одобрена на заседании кафедры № 32

«26» апреля 2022 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой № 32

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

Ответственный за ОП ВО 15.03.06(01)

<u>доц., к.т.н., доц.</u> (должность, уч. степень, звание)	<u></u> (подпись, дата)	<u>О.Я. Соленая</u> (инициалы, фамилия)
---	---	--

Заместитель директора института №3 по методической работе

<u>старший преподаватель</u> (должность, уч. степень, звание)	<u></u> (подпись, дата)	<u>Н.В. Решетникова</u> (инициалы, фамилия)
--	---	--

### Аннотация

Дисциплина «Электрические и гидравлические приводы мехатронных и робототехнических устройств» 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:

ОПК-1 «Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности»

ОПК-9 «Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование»

ОПК-12 «Способен участвовать в монтаже, наладке, настройке и сдаче в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей»

ОПК-13 «Способен применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с:

-изучением устройства, принципа работы и характеристик приводов мехатронных и робототехнических систем, выполненных с использованием электрических и гидравлических носителей энергии;

электрических и гидравлических приводов и анализом результатов испытаний.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа обучающегося.

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 дисциплины является формирование у студентов необходимых знаний и умений по современным электрическим и гидравлическим приводам мехатронных и робототехнических устройств, что позволит им успешно решать теоретические и практические задачи в их профессиональной деятельности.

1.2. Дисциплина входит в состав обязательной части 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
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ОПК-1.В.1 владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-9 Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование	ОПК-9.3.1 знает назначение и принцип действия основных видов технологического оборудования
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-12 Способен участвовать в монтаже, наладке, настройке и сдаче в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей	ОПК-12.3.1 знает методику проведения оценки потенциальных опасностей, сопровождающих эксплуатацию разрабатываемых мехатронных и робототехнических комплексов, обоснование мер по предотвращению таких опасностей при монтаже, наладке, настройке и сдаче в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей ОПК-12.У.1 умеет проводить монтаж, наладку, настройку опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей с целью сдачи в эксплуатацию новых образцов и совершенствования существующих модулей ОПК-12.В.1 владеет навыками проведения предварительных испытаний составных частей опытного образца

		мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей по заданным программам и методикам
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-13 Способен применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности	ОПК-13.3.1 знает методику проведения анализа нарушений технологических процессов в машиностроении ОПК-13.У.1 умеет разрабатывать мероприятия по предупреждению нарушений качества изделий ОПК-13.В.1 владеет навыками обработки экспериментальных данных и оценки точности измерений, испытаний и достоверности контроля

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Электротехника;
- Электрические машины;
- Метрология;
- Теория автоматического управления.

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

- Электроприводы аэрокосмических и робототехнических систем;
- Управление роботами и робототехнических систем.

## 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
		№6
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	4/ 144	4/ 144
<b>Из них часов практической подготовки</b>		
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	34	34
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	36	36
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	74	74
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач,	Экз.	Экз.

Экз.**)			
---------	--	--	--

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

#### 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)
<b>Семестр 6</b>					
Раздел 1. Основные типы приводов, используемых в робототехнике и мехатронике.	2				10
Тема 1.1. Обобщенная функциональная схема привода робота и мехатронного модуля.					
Тема 1.2 Сравнительная оценка электропривода, гидропривода и пневмопривода					
Тема 1.3 Основные требования, предъявляемые к приводам роботов и робототехнических систем					
Раздел 2. Уравнения Лагранжа-Максвелла применительно к электромеханическим системам.	2				10
Тема 2.1. Построение математической модели электрического привода постоянного тока на основе уравнений Лагранжа-Максвелла.					
Тема 2.2. Типовые статические характеристики исполнительных механизмов.					
Раздел 3. ЭП, выполненные на основе двигателей постоянного тока	2		9		10
Тема 3.1. Передаточные функции двигателя постоянного тока по управлению и возмущению					
Тема 3.2. Переходный процесс пуска двигателя постоянного тока в ход					
Раздел 4. ЭП, выполненные на основе асинхронного двигателя	2		8		10
Тема 4.1. Способы управления АД					
Тема 4.2. Передаточные функции АД					
Раздел 5. ЭП, выполненные на основе шаговых двигателей.	2				10
Раздел 6. ЭП, выполненные на основе вентильных двигателей. двигателей.	2				10
Раздел 7. Гидравлические приводы и их элементы.	3				10
Раздел 8. Основы статического и динамического расчета замкнутой системы ЭП	2				4
Итого в семестре:	17	0	17		74

Итого	17	0	17	0	74
-------	----	---	----	---	----

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	Основные типы приводов, используемых в робототехнике и мехатронике: пневмо-, гидро- электроприводы
Тема 1.1.	Основные требования, предъявляемые к приводам роботов и робототехнических систем: по точности воспроизведения движения, по быстродействию, по массо-габаритным показателям
Тема 1.2	Обобщенная функциональная схема привода робота и мехатронного модуля
Тема 1.3	Сравнительная оценка электропривода, гидропривода и пневмопривода
Раздел 2.	Уравнения Лагранжа-Максвелла применительно к электромеханическим системам.
Тема 2.1	.Построение математической модели электрического привода постоянного тока на основе уравнений Лагранжа-Максвелла.
Тема 2.2.	Типовые статические характеристики исполнительных механизмов.
Раздел 3.	ЭП, выполненные на основе двигателей постоянного тока
Тема 3.1.	Реверсивные тиристорные ЭП постоянного тока
Тема 3.2.	ЭП постоянного тока с реверсивным преобразователем постоянного тока
Тема 3.3	Передаточные функции двигателя постоянного тока по управлению и возмущению
Тема 3.4	Переходный процесс пуска двигателя постоянного тока в ход
Раздел 4.	ЭП, выполненные на основе асинхронного двигателя
Тема 4.1.	Способы управления АД
Тема 4.2.	Передаточные функции АД
Раздел 5.	ЭП, выполненные на основе шаговых двигателей
Тема 5.1	ЭП с шаговыми двигателями с активным и реактивным ротором: устройство, принцип работы, цена шага, электромагнитный момент шагового двигателя.
Тема 5.2	Способы управления ШД. Влияние способа управления на цену шага. Схемы полупроводниковых коммутаторов. Старт-стопный

	способ управления. Управление с форсировкой напряжения, подаваемого на обмотки шагового двигателя
Раздел 6.	ЭП, выполненные на основе вентильных двигателей.
Тема 6.1	Устройство, принцип работы реверсивных и нереверсивных вентильных двигателей.
Тема 6.2	Механические и регулировочные характеристики вентильных двигателей. Вывод передаточной функции вентильного двигателя
Раздел 7.	Гидравлические приводы и их элементы.
Тема 7.1	Гидравлические приводы с дроссельным управлением. Обобщенная функциональная схема. Энергетические и статические характеристики. Динамическая модель
Тема 7.2	Гидравлические приводы с объемным управлением. Обобщенная функциональная схема. Энергетические и статические характеристики. Динамическая модель
Раздел 8	Основы статического и динамического расчета замкнутой системы ЭП

#### 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
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

#### 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
Семестр 6				
1	Вводное занятие	1		
2	Механические характеристики двигателя постоянного тока (ДПТ)	2	1	Раздел 2
3	Регулировочные характеристики ДПТ	2	1	Раздел 2

4	Способы торможение ДПТ	2	1	Раздел 2
5	Динамическое торможение ДПТ	2	1	Раздел 2
6	Торможение ДПТ противовключением	2	1	Раздел 2
7	Изучение схемы плавного пуска асинхронного электродвигателя	2	1	Раздел 3
8	Изучение схемы частотного пуска и управления асинхронным электродвигателем	2	1	Раздел 3
9	Замкнутая по скорости система ЭП постоянного тока	2	1	Раздел 2
	Итого в семестре 5	17	8	

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы  
Учебным планом не предусмотрено

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 6, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	54	54
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	10	10
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	10	10
Всего:	74	74

## 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	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
62.83 M29	1.Мартынов А.А.. Электрический привод: учеб. пособие.–СПб.: ГУАП, 2015. – 524 с.	70
621.3(075) M29	2.Мартынов А.А. Основы проектирования электрических приводов.: Учеб. пособие/. СПб.: СПбГУАП, 2015. 141с.: ил.	70
621.226+621.3 14 M29	3. Мартынов А.А. Электрические и гидравлические приводы мехатронных и робототехнических устройств. Часть 1. Электр. привод..СПб. ГУАП. 2019. 109 с.	5
62-83. M29	4.Мартынов.А.А. Основы теории и практики электромашино-вентильных систем: учебно-методическое пособие к проведению практических занятий. / А.А. Мартынов. СПб.: ГУАП, 2020. 135 с.	10
621.314 M29	5. Мартынов А.А. Основы электрического привода: учеб.– метод. пособие: в 2 ч. Ч.1. / А.А. Мартынов. – СПб.: ГУАП, 2017. 152 с.: ил.	10
621.314 M29	6.Мартынов, А.А. Основы электрического привода: учеб.-метод. пособие: в 2 ч. Ч.2. / А.А. Мартынов. – СПб.: ГУАП, 2021. 161 с.: ил.	10
621.314 M29	7. Мартынов А.А.. Электроприводы с релейно-контактными системами управления.: Учебно-методическое пособие. / А.А. Мартынов. СПб.: ГУАП, 2020. 100 с.: ил.	10

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
<a href="http://194.226.30/32/book.htm">URL:http://194.226.30/32/book.htm</a>	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	Государственная 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

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	21-21
2	Специализированная лаборатория «Электрический привод»	31-01

#### 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.

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

### 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	Сравнительная оценка характеристик электро-, гидро-, и пневмоприводов	ОПК-1.В.1
2	Построение математической модели электрического привода постоянного тока на основе уравнений Лагранжа-Максвелла.	ОПК-9.3.1
3	Типовые статические характеристики исполнительных механизмов.	ОПК-12.3.1
4	Вывод передаточной функции двигателя постоянного тока по управляющему воздействию.	ОПК-12.У.1
5	Вывод передаточной функции двигателя постоянного тока по возмущению (Мнг).	ОПК-12.В.1
6	Приведение характеристик исполнительного механизма (Jн, Мн) к	ОПК-13.3.1

	валу двигателя.	
7	Регулировочные характеристики электропривода постоянного тока при управлении сопротивлением цепи обмотки якоря.	ОПК-13.У.1
8	Регулировочные характеристики электропривода постоянного тока при управлении напряжением обмотки якоря	ОПК-13.В.1
9	Динамическое торможение электропривода постоянного тока: схема, характеристики.	ОПК-1.В.1
10	Рекуперативное торможение электропривода постоянного тока: схема, характеристики.	ОПК-9.3.1
11	Сравнительная оценка способов регулирования скорости вращения двигателя постоянного тока	ОПК-12.3.1
12	Торможение противовключением электропривода постоянного тока: схема, характеристики.	ОПК-12.У.1
13	Переходный процесс прямого пуска двигателя постоянного тока. Вывод зависимостей $\omega=f(t)$ и $i_a=f(t)$ .	ОПК-12.В.1
14	Влияние соотношения постоянных времени ТМ и ТЭ электропривода постоянного тока на характер переходных процессов ЭП.	ОПК-13.3.1
15	.Основной закон частотного управления асинхронного двигателя. Схема замещения АД при частотном управлении.	ОПК-13.У.1
16	Передаточная функция АД при управлении по каналу частоты.	ОПК-13.В.1
17	Асинхронный электропривод при регулировании скорости вращения путем изменения напряжения обмотки статора: схема, характеристики.	ОПК-1.В.1
18	Передаточная функция АД при управлении по каналу напряжения.	ОПК-9.3.1
19	Выбор передаточного отношения редуктора при циклическом изменении характера нагрузки.	ОПК-12.3.1
20	Устройство, принцип работы вентильного двигателя.	ОПК-12.У.1
21	.Механические характеристики и передаточная функция вентильного двигателя.	ОПК-12.В.1
22	.Шаговый электродвигатель с активным ротором-устройство, принцип работы, способы уменьшения шага.	ОПК-13.3.1
23	Шаговый электродвигатель с реактивным ротором-устройство, принцип работы, формула определения шага.	ОПК-13.У.1
24	Структурная схема, вывод выражения искусственной механической характеристики электропривода постоянного тока с отрицательной обратной связью по скорости.	ОПК-13.В.1
25	Гидравлические приводы и их элементы.	ОПК-1.В.1
26	Гидравлические приводы с дроссельным управлением. Обобщенная функциональная схема. Энергетические и статические характеристики. Динамическая модель	ОПК-9.3.1
27	Гидравлические приводы с объемным управлением. Обобщенная функциональная схема. Энергетические и статические характеристики. Динамическая модель	ОПК-12.3.1

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
	Учебным планом не предусмотрено

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	Перечислите достоинства и недостатки электропривода	ОПК-1.В.1
2	Перечислите достоинства и недостатки пневмопривода	ОПК-9.3.1
3	Перечислите достоинства и недостатки гидропривода	ОПК-12.3.1
4	Перечислите основные требования, предъявляемые к приводам роботов.	ОПК-12.У.1
5	Нарисуйте обобщенную функциональную схему гидравлического привода с дроссельным управлением	ОПК-12.В.1
6	Нарисуйте обобщенную функциональную схему гидравлического привода с с объемным управлением.	ОПК-13.3.1
7	Укажите для каких целей в систему привода вводят обратную связь по току.	ОПК-13.У.1
8	Укажите для каких целей в систему привода вводят обратную связь по скорости.	ОПК-13.В.1
9	Напишите формулу для расчета общего коэффициента усиления замкнутой по скорости системы привода.	ОПК-1.В.1
10	Перечислите возможные способы регулирования скорости вращения асинхронного двигателя.	ОПК-9.3.1
11	Нарисуйте механическую характеристику асинхронного двигателя $\Omega=f(s)$ , где $s$ – скольжение асинхронного двигателя.	ОПК-12.3.1
12	Укажите каким образом можно изменить направление вращения асинхронного двигателя	ОПК-12.У.1
13	Нарисуйте обобщенную функциональную схему гидравлического привода с дроссельным управлением	ОПК-12.В.1
14	Укажите по какой формуле (1), (2), (3) или (4) следует определять скорость вращения двигателя постоянного тока $\Omega$ :  $\Omega = \frac{2\pi f}{p_{\pi}}(1 - s); \quad (1)$	ОПК-13.3.1

	$\Omega = \frac{U_{я} - I_{я} R_{яц}}{C_e \Phi} \quad (2)$ $\Omega = \frac{2\pi f}{p_{п}}; \quad (3)$ $\Omega = \frac{U_{я}}{C_e \Phi}. \quad (4)$ <p>где <math>U_{я}</math> –напряжение якоря;  <math>I_{я}</math> –ток якоря;  <math>R_{я}</math> – сопротивление обмотки якоря;  <math>f</math> – частота питающей сети;  <math>s</math> – скольжение.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Номер формулы</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2</td> </tr> <tr> <td>3</td> </tr> <tr> <td>1</td> </tr> <tr> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>	Номер формулы	2	3	1	4	
Номер формулы							
2							
3							
1							
4							
15	<p>Укажите по какой формуле (1), (2), (3) или (4) следует определять скорость вращения асинхронного двигателя <math>\Omega</math>:</p> $\Omega = \frac{2\pi f}{p_{п}}(1 - s); \quad (1)$ $\Omega = \frac{U_{я} - I_{я} R_{яц}}{C_e \Phi} \quad (2)$ $\Omega = \frac{2\pi f}{p_{п}}; \quad (3)$ $\Omega = \frac{U_{я}}{C_e \Phi}. \quad (4)$ <p>где <math>U_{я}</math> –напряжение якоря;  <math>I_{я}</math> –ток якоря;  <math>R_{я}</math> – сопротивление обмотки якоря;  <math>f</math> – частота питающей сети;  <math>s</math> – скольжение.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Номер формулы</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> </tr> <tr> <td>3</td> </tr> <tr> <td>2</td> </tr> <tr> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>	Номер формулы	1	3	2	4	ОПК-13.У.1
Номер формулы							
1							
3							
2							
4							
16	<p>Укажите по какой формуле (1), (2), (3) или (4) следует определять скорость вращения синхронного двигателя <math>\Omega</math>:</p>	ОПК-13.В.1					

$$\Omega = \frac{2\pi f}{p_{\Pi}}(1-s); \quad (1)$$

$$\Omega = \frac{U_{\text{я}} - I_{\text{я}}R_{\text{яц}}}{C_{\text{e}}\Phi} \quad (2)$$

$$\Omega = \frac{2\pi f}{p_{\Pi}}; \quad (3)$$

$$\Omega = \frac{U_{\text{я}}}{C_{\text{e}}\Phi}. \quad (4)$$

где  $U_{\text{я}}$  – напряжение якоря;  
 $I_{\text{я}}$  – ток якоря;  
 $R_{\text{я}}$  – сопротивление обмотки якоря;  
 $f$  – частота питающей сети;  
 $s$  – скольжение.

Номер формулы
2
3
1
4

17 Укажите формулу (1), (2), (3) или (4), по которой следует рассчитать приведенное к валу двигателя значение момента инерции нагрузки  $J'_n$  при вращательном движении нагрузки:

ОПК-1.В.1

$$J'_n = \frac{J_n}{i_p^2}; \quad (1)$$

$$J'_n = \frac{J_n}{i_p}; \quad (2)$$

$$J'_n = J_n i_p^2; \quad (3)$$

$$J'_n = m\rho^2 = m\left(\frac{v_{\text{и.о.}}}{\Omega}\right)^2; \quad (4)$$

где  $i_p$  – передаточное отношение редуктора;  
 $J_n$  – момент инерции нагрузки;  
 $v_{\text{и.о.}}$  – линейная скорость перемещения исполнительного органа

	<p>рабочего механизма массой <math>m</math>.  <math>\rho</math> - радиус приведения.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Номер формулы</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2</td> </tr> <tr> <td>3</td> </tr> <tr> <td>1</td> </tr> <tr> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>	Номер формулы	2	3	1	4	
Номер формулы							
2							
3							
1							
4							
18	<p>Укажите формулу (1), (2), (3) или (4), по которой следует рассчитать приведенное к валу двигателя значение момента инерции нагрузки <math>J'_n</math> при поступательном перемещении нагрузки:</p> $J'_n = \frac{J_n}{i_p^2}; \quad (1)$ $J'_n = \frac{J_n}{i_p}; \quad (2)$ $J'_n = J_n i_p^2; \quad (3)$ $J'_n = m \rho^2 = m \left( \frac{v_{u.o}}{\Omega} \right)^2; \quad (4)$ <p>где <math>i_p</math> – передаточное отношение редуктора;  <math>J_n</math> – момент инерции нагрузки;  <math>v_{u.o}</math> – линейная скорость перемещения исполнительного органа рабочего механизма массой <math>m</math>.  <math>\rho</math> - радиус приведения.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Номер формулы</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2</td> </tr> <tr> <td>3</td> </tr> <tr> <td>1</td> </tr> <tr> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>	Номер формулы	2	3	1	4	ОПК-9.3.1
Номер формулы							
2							
3							
1							
4							
19	<p>Укажите номер формулы (1, 2, 3 или 4), передаточной функции скоростного ЭП постоянного тока по управляющему воздействию с учетом электромагнитных переходных процессов при условии, что выходной координатой является угловая скорость вращения двигателя.</p> $W_{\Omega}^y(p) = \frac{\Omega(p)}{U_{\alpha}(p)} = \frac{k_U}{T_m T_{\alpha} p^2 + T_m p + 1}. \quad (1)$	ОПК-12.3.1					

$$W_{\Omega}^B(p) = \frac{\Omega(p)}{M_{нг}(p)} = \frac{K_M(T_{\Delta}p+1)}{T_M T_{\Delta} p^2 + T_M p + 1}, \quad (2)$$

$$W_{\Omega}^y(p) = \frac{\Omega(p)}{U_{я}(p)} = \frac{k_U}{T_M p + 1}. \quad (3)$$

$$W_{\Omega}^B(p) = \frac{\Omega(p)}{M_{нг}(p)} = \frac{K_M}{T_M p + 1}. \quad (4)$$

где:

$K_M = R_{я} / (C_e \Phi)^2$  - коэффициент передачи двигателя по возмущению;

$k_U = 1/k_e = 1/(C_e \Phi)$  - коэффициент передачи двигателя по управляющему воздействию;

$T_M = J_{я} R_{я} / (C_e \Phi)^2$  - электромеханическая постоянная времени ЭП;

$T_{\Delta} = L_{я} / R_{я}$  - электромагнитная постоянная времени ЭП.

Номер формулы
1
2
3
4

20

Укажите номер формулы (1, 2, 3 или 4), передаточной функции ЭП постоянного тока по возмущению (по моменту двигателя) без учета электромагнитных переходных процессов при условии, что выходной координатой является угловая скорость вращения двигателя.

$$W_{\Omega}^y(p) = \frac{\Omega(p)}{U_{я}(p)} = \frac{k_U}{T_M T_{\Delta} p^2 + T_M p + 1}. \quad (1)$$

$$W_{\Omega}^B(p) = \frac{\Omega(p)}{M_{нг}(p)} = \frac{K_M(T_{\Delta}p+1)}{T_M T_{\Delta} p^2 + T_M p + 1}, \quad (2)$$

$$W_{\Omega}^y(p) = \frac{\Omega(p)}{U_{я}(p)} = \frac{k_U}{T_M p + 1}. \quad (3)$$

$$W_{\Omega}^B(p) = \frac{\Omega(p)}{M_{нг}(p)} = \frac{K_M}{T_M p + 1}. \quad (4)$$

где:

$K_M = R_{я} / (C_e \Phi)^2$  - коэффициент передачи двигателя по возмущению;

$k_U = 1/k_e = 1/(C_e \Phi)$  - коэффициент передачи двигателя по управляющему воздействию;

$T_M = J_{я} R_{я} / (C_e \Phi)^2$  - электромеханическая постоянная времени ЭП;

$T_{\Delta} = L_{я} / R_{я}$  - электромагнитная постоянная времени ЭП.

Номер формулы
1

ОПК-12.У.1

		2						
		3						
		4						
21	<p>Укажите номер формулы (1, 2, 3 или 4), передаточной функции ЭП постоянного тока по возмущению (по моменту двигателя) с учетом электромагнитных переходных процессов при условии, что выходной координатой является угловая скорость вращения двигателя.</p> $W_{\Omega}^y(p) = \frac{\Omega(p)}{U_{\text{я}}(p)} = \frac{k_U}{T_M T_{\Delta} p^2 + T_M p + 1}. \quad (1)$ $W_{\Omega}^B(p) = \frac{\Omega(p)}{M_{\text{нр}}(p)} = \frac{K_M (T_{\Delta} p + 1)}{T_M T_{\Delta} p^2 + T_M p + 1}, \quad (2)$ $W_{\Omega}^y(p) = \frac{\Omega(p)}{U_{\text{я}}(p)} = \frac{k_U}{T_M p + 1}. \quad (3)$ $W_{\Omega}^B(p) = \frac{\Omega(p)}{M_{\text{нр}}(p)} = \frac{K_M}{T_M p + 1}. \quad (4)$ <p>где:  <math>K_M = R_{\text{я}} / (C_e \Phi)^2</math> - коэффициент передачи двигателя по возмущению;  <math>k_U = 1/k_e = 1 / (C_e \Phi)</math> - коэффициент передачи двигателя по управляющему воздействию;  <math>T_M = J_{\text{я}} R_{\text{я}} / (C_e \Phi)^2</math> - электромеханическая постоянная времени ЭП;  <math>3T_{\Delta} = L_{\text{я}} / R_{\text{я}}</math> - электромагнитная постоянная времени ЭП.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Номер формулы</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> </tr> <tr> <td>2</td> </tr> <tr> <td>3</td> </tr> <tr> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>	Номер формулы	1	2	3	4		ОПК-12.В.1
Номер формулы								
1								
2								
3								
4								
22	<p>Укажите номер формулы (1, 2, 3 или 4), передаточной функции ЭП постоянного тока по управляющему воздействию без учета электромагнитных переходных процессов при условии, что выходной координатой является угловая скорость вращения двигателя.</p> $W_{\Omega}^y(p) = \frac{\Omega(p)}{U_{\text{я}}(p)} = \frac{k_U}{T_M T_{\Delta} p^2 + T_M p + 1}. \quad (1)$ $W_{\Omega}^B(p) = \frac{\Omega(p)}{M_{\text{нр}}(p)} = \frac{K_M (T_{\Delta} p + 1)}{T_M T_{\Delta} p^2 + T_M p + 1}, \quad (2)$		ОПК-13.3.1					

$$W_{\Omega}^y(p) = \frac{\Omega(p)}{U_{\text{я}}(p)} = \frac{k_U}{T_M p + 1}. \quad (3)$$

$$W_{\Omega}^B(p) = \frac{\Omega(p)}{M_{\text{нг}}(p)} = \frac{K_M}{T_M p + 1}. \quad (4)$$

где: Н

$K_M = R_{\text{я}} / (C_e \Phi)^2$  - коэффициент передачи двигателя по возмущению;

$k_U = 1/k_e = 1/(C_e \Phi)$  - коэффициент передачи двигателя по управляющему воздействию;

$T_M = J_{\text{я}} R_{\text{я}} / (C_e \Phi)^2$  - электромеханическая постоянная времени ЭП;

$T_{\text{э}} = L_{\text{я}} / R_{\text{я}}$  - электромагнитная постоянная времени ЭП.

Номер формулы
1
2
3
4

23

Укажите номер формулы (1, 2, 3 или 4), передаточной функции ЭП постоянного тока по управляющему воздействию с учетом электромагнитных переходных процессов при условии, что выходной координатой является угол поворота вала двигателя

ОПК-13.У.1

$$W_{\varphi}^y(p) = \frac{\varphi(p)}{U_{\text{я}}(p)} = \frac{k_U}{(T_M T_{\text{э}} p^2 + T_M p + 1)p}; \quad (1)$$

$$W_{\varphi}^B(p) = \frac{\varphi(p)}{M(p)} = \frac{K_M (T_{\text{э}} p + 1)}{(T_M T_{\text{э}} p + T_M p + 1)p}. \quad (2)$$

$$W_{\varphi}^y(p) = \frac{\varphi(p)}{U_{\text{я}}(p)} = \frac{k_U}{(T_M p + 1)p}; \quad (3)$$

$$W_{\varphi}^B(p) = \frac{\varphi(p)}{M(p)} = \frac{K_M}{(T_M p + 1)p}. \quad (4)$$

где:

$K_M = R_{\text{я}} / (C_e \Phi)^2$  - коэффициент передачи двигателя по возмущению;

$k_U = 1/k_e = 1/(C_e \Phi)$  - коэффициент передачи двигателя по управляющему воздействию;

$T_M = J_{\text{я}} R_{\text{я}} / (C_e \Phi)^2$  - электромеханическая постоянная времени ЭП;

$T_{\text{э}} = L_{\text{я}} / R_{\text{я}}$  - электромагнитная постоянная времени ЭП.

Номер формулы
1

	<table border="1"> <tr><td>2</td></tr> <tr><td>3</td></tr> <tr><td>4</td></tr> </table>	2	3	4			
2							
3							
4							
24	<p>Укажите номер формулы (1, 2, 3 или 4), передаточной функции ЭП постоянного тока по управляющему воздействию без учета электромагнитных переходных процессов при условии, что выходной координатой является угол поворота вала двигателя</p> $W_{\varphi}^y(p) = \frac{\varphi(p)}{U_{\text{я}}(p)} = \frac{k_U}{(T_M T_{\text{э}} p^2 + T_M p + 1)p}; \quad (1)$ $W_{\varphi}^B(p) = \frac{\varphi(p)}{M(p)} = \frac{K_M (T_{\text{э}} p + 1)}{(T_M T_{\text{э}} p + T_M p + 1)p}. \quad (2)$ $W_{\varphi}^y(p) = \frac{\varphi(p)}{U_{\text{я}}(p)} = \frac{k_U}{(T_M p + 1)p}; \quad (3)$ $W_{\varphi}^B(p) = \frac{\varphi(p)}{M(p)} = \frac{K_M}{(T_M p + 1)p}. \quad (4)$ <p>где:  <math>K_M = R_{\text{я}} / (C_e \Phi)^2</math> - коэффициент передачи двигателя по возмущению;  <math>k_U = 1/k_e = 1 / (C_e \Phi)</math> - коэффициент передачи двигателя по управляющему воздействию;  <math>T_M = J_{\text{я}} R_{\text{я}} / (C_e \Phi)^2</math> - электромеханическая постоянная времени ЭП;  <math>T_{\text{э}} = L_{\text{я}} / R_{\text{я}}</math> - электромагнитная постоянная времени ЭП.</p> <table border="1"> <tr><th>Номер формулы</th></tr> <tr><td>1</td></tr> <tr><td>2</td></tr> <tr><td>3</td></tr> <tr><td>4</td></tr> </table>	Номер формулы	1	2	3	4	ОПК-13.В.1
Номер формулы							
1							
2							
3							
4							
25	<p>Укажите номер формулы (1, 2, 3 или 4), передаточной функции ЭП постоянного тока по возмущению с учетом электромагнитных переходных процессов при условии, что выходной координатой является угол поворота вала двигателя</p> $W_{\varphi}^y(p) = \frac{\varphi(p)}{U_{\text{я}}(p)} = \frac{k_U}{(T_M T_{\text{э}} p^2 + T_M p + 1)p}; \quad (1)$ $W_{\varphi}^B(p) = \frac{\varphi(p)}{M(p)} = \frac{K_M (T_{\text{э}} p + 1)}{(T_M T_{\text{э}} p + T_M p + 1)p}. \quad (2)$	ОПК-1.В.1					

	$W_{\varphi}^y(p) = \frac{\varphi(p)}{U_{\text{я}}(p)} = \frac{k_U}{(T_M p + 1)p}; \quad (3)$ $W_{\varphi}^B(p) = \frac{\varphi(p)}{M(p)} = \frac{K_M}{(T_M p + 1)p}. \quad (4)$ <p>где:  <math>K_M = R_{\text{я}} / (C_e \Phi)^2</math> - коэффициент передачи двигателя по возмущению;  <math>k_U = 1/k_e = 1 / (C_e \Phi)</math> - коэффициент передачи двигателя по управляющему воздействию;  <math>T_M = J_{\text{я}} R_{\text{я}} / (C_e \Phi)^2</math> - электромеханическая постоянная времени ЭП;  <math>T_{\text{э}} = L_{\text{я}} / R_{\text{я}}</math> - электромагнитная постоянная времени ЭП.</p> <table border="1" data-bbox="347 600 805 790"> <thead> <tr> <th>Номер формулы</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td></tr> <tr><td>2</td></tr> <tr><td>3</td></tr> <tr><td>4</td></tr> </tbody> </table>	Номер формулы	1	2	3	4	
Номер формулы							
1							
2							
3							
4							
26	<p>Укажите номер формулы (1, 2, 3 или 4), передаточной функции ЭП постоянного тока по возмущению без учета электромагнитных переходных процессов при условии, что выходной координатой является угол поворота вала двигателя</p> $W_{\varphi}^y(p) = \frac{\varphi(p)}{U_{\text{я}}(p)} = \frac{k_U}{(T_M T_{\text{э}} p^2 + T_M p + 1)p}; \quad (1)$ $W_{\varphi}^B(p) = \frac{\varphi(p)}{M(p)} = \frac{K_M (T_{\text{э}} p + 1)}{(T_M T_{\text{э}} p + T_M p + 1)p}. \quad (2)$ $W_{\varphi}^y(p) = \frac{\varphi(p)}{U_{\text{я}}(p)} = \frac{k_U}{(T_M p + 1)p}; \quad (3)$ $W_{\varphi}^B(p) = \frac{\varphi(p)}{M(p)} = \frac{K_M}{(T_M p + 1)p}. \quad (4)$ <p>где:  <math>K_M = R_{\text{я}} / (C_e \Phi)^2</math> - коэффициент передачи двигателя по возмущению;  <math>k_U = 1/k_e = 1 / (C_e \Phi)</math> - коэффициент передачи двигателя по управляющему воздействию;  <math>T_M = J_{\text{я}} R_{\text{я}} / (C_e \Phi)^2</math> - электромеханическая постоянная времени ЭП;  <math>T_{\text{э}} = L_{\text{я}} / R_{\text{я}}</math> - электромагнитная постоянная времени ЭП.</p> <table border="1" data-bbox="347 1803 805 1993"> <thead> <tr> <th>Номер формулы</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td></tr> <tr><td>2</td></tr> <tr><td>3</td></tr> <tr><td>4</td></tr> </tbody> </table>	Номер формулы	1	2	3	4	ОПК-1.В.1
Номер формулы							
1							
2							
3							
4							
27	Укажите по какой формуле (1), (2), (3) или (4) следует определить	ОПК-1.В.1					

	<p>величину приведенного к валу двигателя статического момента <math>M'_{нг}</math>:</p> $M'_{нг} = M_{нг}/i_p^2 \quad (1)$ $M'_{нг} = M_{нг}/i_p \quad (2)$ $M'_{нг} = M_{нг}i_p^2 \quad (3)$ $M'_{нг} = M_{нг}/i_p \quad (4), \quad \text{где } i_p \text{ – передаточное отношение редуктора.}$	
--	--	--

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

Целью дисциплины является – получение студентами необходимых знаний, умений и навыков по современному приводу мехатронных и робототехнических систем, 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.

**11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала приведены в «Методических указаниях по изучению дисциплины «Электрические и гидравлические приводы мехатронных и робототехнических устройств»», размещенных на электронном ресурсе каф. №32, а также в учебных пособиях [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7].**

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:

Раздел 1. Основные типы приводов, используемых в робототехнике и мехатронике.

Раздел 2. Уравнения Лагранжа-Максвелла применительно к электромеханическим системам.

Раздел 3. ЭП, выполненные на основе двигателей постоянного тока

Раздел 4. ЭП, выполненные на основе асинхронного двигателя

Раздел 5. ЭП, выполненные на основе шаговых двигателей.

Раздел 6. ЭП, выполненные на основе вентильных двигателей.

Раздел 7. Гидравлические приводы и их элементы.

Раздел 8. Основы статического и динамического расчета замкнутой системы ЭП

**11.2 Методические указания для обучающихся по прохождению лабораторных работ приведены в «Методических указаниях по изучению дисциплины «Электрический привод», размещенных на электронном ресурсе каф. №32, а также в учебных пособиях в учебно-методических пособиях [3], [4], [5]**

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач у обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;

- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

**Задание и требования к проведению лабораторных работ** приведены учебно-методических пособиях [3], [4] и [5],

**Структура и форма отчета о лабораторной работе** приведены в методических указаниях к выполнению лабораторных работ [3], [4]. и [5],

**Требования к оформлению отчета о лабораторной работе** приведены в методических указаниях к выполнению лабораторных работ [3], [4]. и [5],

**11.3 Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы** приведены в «Методических указаниях по изучению дисциплины ««Электрические и гидравлические приводы мехатронных и робототехнических устройств»», размещенных на электронном ресурсе каф. №32, а также в учебных пособиях [1], [2], [4].

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;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

**11.4 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.

Текущий контроль успеваемости проводится в течение семестра с использованием тестовых вопросов (табл.17) и оценки выполнения лабораторных работ, защиты отчетов, решении задач на практических занятиях. В конце семестра по результатам текущего контроля выставляется оценка, которая учитывается при выставлении оценки по результатам промежуточной аттестации.

### **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 проводится по вопросам, приведенным в таблице 19. При оценке окончательных результатов обучения по дисциплине учитывается оценка по текущему контролю, а также отсутствие или наличие задолженности по лабораторным работам и практическим занятиям. При наличии задолженностей по лабораторным работам и практическим занятиям итоговая оценка снижается на 0,5 балла за каждую не выполненную и не защищенную лабораторную работу или не решенную задачу.

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