

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

Кафедра № 32

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель образовательной программы

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

О.Я. Солёная

(инициалы, фамилия)

(подпись)

«28» мая 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Электрический привод»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	13.03.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Электроэнергетика и электротехника
Наименование направленности/ специализации	Энергетические электрические машины
Форма обучения	очная
Год приема	2024

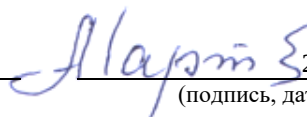
Санкт-Петербург– 2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)



28.05.2026

(подпись, дата)

А.А. Мартынов

(инициалы, фамилия)

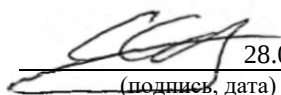
Программа одобрена на заседании кафедры № 32

«28» мая 2026 г, протокол № 12

Заведующий кафедрой № 32

к.т.н., доц.

(уч. степень, звание)



28.05.2026

(подпись, дата)

С.В. Солёный

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)



28.05.2026

(подпись, дата)

Н.В. Решетникова

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Электрический привод» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» направленности/специализации «Энергетические электрические машины». Дисциплина реализуется кафедрой «№32».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-3 «Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с -электромеханическим преобразованием электрической энергии в механическую энергию;

- управлением электромеханических преобразователей энергии (электрических приводов) с учетом требований рабочих машин и технологий на выбор структуры и типа электрического привода;

-расчетом основных параметров и характеристик электрических приводов;

-испытанием электрических 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 дифференцированного зачета (5 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 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 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. Уровень освоения дисциплины должен позволять студентам проводить типовые расчеты основных параметров и характеристик электрических приводов, проводить элементарные лабораторные испытания электроприводов.

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

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

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

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией	ПК-3.Д.2 разрабатывает эскизные и рабочие чертежи графической части рабочей и проектной документации электрооборудования

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

«Теоретические основы электротехники»,

-«Электрические машины»,

-«Электромеханические и полупроводниковые преобразователи электрической энергии».

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

- «Проектирование электроприводов»,

-Дипломное проектирование.

3. Объем и трудоемкость дисциплины

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

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№5
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	2/ 72	2/ 72
Из них часов практической подготовки	34	34
Аудиторные занятия, всего час.	68	68
в том числе:		
лекции (Л), (час)	34	34
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	34	34
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
Самостоятельная работа, всего (час)	4	4
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Дифф. зач.	Дифф. зач.

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

№ п/п	Раздел, темы дисциплины	Л (час)	ПЗ (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
	Семестр 5					
1	Раздел 1. ЭП как система. Тема 1.1. Назначение и классификация ЭП. Тема 1.2. Уравнения Лагранжа- Максвелла II рода для электромеханической системы.	2,0				
2	Раздел 2. Механическая часть силового канала ЭП Тема 2.1. Функциональные схемы механической части ЭП и их основные элементы Тема 2.2. Приведение моментов сопротивления, инерционных масс, упругих моментов диссипативных сил к одной оси. Тема 2.3. Статическая устойчивость ЭП.	2,0				1,0
3	Раздел 3. ЭП постоянного тока.	6,0		10, 0		1,0

	Тема 3.1 Механические и регулировочные характеристики двигателей постоянного тока с независимым и последовательным возбуждением Тема 3.2. Способы регулирования скорости вращения двигателя постоянного тока. Тема 3.3. Способы торможения двигателя постоянного тока Тема 3.4. Передаточные функции двигателя постоянного тока по скорости, моменту, углу поворота. Тема 3.5. Переходный процесс пуска двигателя постоянного тока в ход.					
4	Раздел 4. Реверсивные ЭП постоянного тока с вентильными (полупроводниковыми) преобразователями в их цепях. Тема 4.1. ЭП постоянного тока с управляемым выпрямителем в цепи обмотки якоря. Тема 4.2. ЭП постоянного тока с транзисторным широтно-импульсным преобразователем в цепи обмотки якоря.			2,0		
5	Раздел 5. Замкнутые системы электропривода постоянного тока.	5,0		4,0		

	Тема 5.1. ЭП постоянного тока с отрицательной обратной связью по напряжению Тема 5.2. ЭП постоянного тока с отрицательной обратной связью по скорости; Тема 5.3. ЭП постоянного тока с отрицательной обратной связью по скорости и положительной обратной связью по току якоря Тема 5.4. ЭП постоянного тока с токоограничением Тема 5.5. ЭП постоянного тока, замкнутый по углу поворота.					
6	Раздел 6. Энергетические показатели ЭП постоянного тока. Тема 6.1. Потери мощности, коэффициент полезного действия ЭП постоянного тока. Тема 6.2. Коэффициент мощности тиристорного ЭП постоянного тока при различных характерах нагрузки:	2,0		1,0		
7	Раздел 7. Асинхронный ЭП. Тема 7.1. Способы регулирования скорости вращения. Тормозные режимы асинхронного привода. Тема 7.2 Регулирование скорости вращения путем регулирования напряжения, подаваемого на обмотку статора. Тема 7.3. Частотное управление АД	5,0		14,0		1,0
8	Раздел 8. ЭП на основе вентильного двигателя. Тема 8.1. Функциональная и принципиальная схемы вентильных двигателей Тема 8.2. Способы управления: дискретный и аналоговый.	2,0		2,0		

9	Раздел 9. Шаговый ЭП. Тема 9.1. Типы шаговых двигателей и способы их управления. Тема 9.2. Основы методики расчета шагового ЭП.	2,0		1,0		
10	Раздел 10. Информационный канал замкнутых систем ЭП.	1,0				
11	Раздел 11. Основы методики проектирования ЭП. Тема 11.1. Выбор электродвигателя и передаточного отношения редуктора. Тема 11.2. Выбор вентильного преобразователя и датчиков контролируемых координат. Тема 11.3. Основы статического и динамического расчета замкнутой системы ЭП.	4,0				1,0
12	Раздел 12. Подчиненный способ регулирования координат ЭП. Тема 12.1. Выбор регуляторов ЭП постоянного тока. Тема 12.2. Выбор регуляторов ЭП переменного тока.	2,0				
13	Раздел 13. Перспективы развития ЭП	1,0				
	Итого в семестре	34	0	34		
	Итого	34	0	34	0	4

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
1	Раздел 1. ЭП как система
	Тема 1.1. Предмет и цель курса «Электрический привод». Назначение и классификация ЭП. Структурная схема ЭП. Разомкнутые и замкнутые системы ЭП.
	Тема 1.2. Уравнения Лагранжа - Максвелла II рода для электромеханической системы. Вывод уравнений динамики электрической машины постоянного тока

	с применением уравнений Лагранжа - Максвелла II рода.
2	Раздел 2. Механическая часть силового канала ЭП.
	Тема 2.1. Функциональные схемы механической части ЭП и их основные элементы. Моменты и силы сопротивления в электромеханической системе.
	Тема 2.2. Приведение моментов сопротивления, инерционных масс, упругих моментов диссипативных сил к одной оси.
	Тема 2.3. Уравнение движения ЭП. Статическая устойчивость ЭП.
3	Раздел 3. ЭП постоянного тока.
	Тема 3.1. Механические и регулировочные характеристики двигателей постоянного тока с независимым и последовательным возбуждением.
	Тема 3.2. Способы регулирования скорости вращения двигателя постоянного тока.
	Тема 3.3. Способы торможения двигателя постоянного тока.
	Тема 3.4. Передаточные функции двигателя постоянного тока по скорости, моменту, углу поворота.
	Тема 3.5. Переходный процесс пуска двигателя постоянного тока в ход.
4	Раздел 4. Реверсивные ЭП постоянного тока с вентильными (полупроводниковыми) преобразователями в их цепях.
	Тема 4.1. ЭП постоянного тока с управляемым выпрямителем в цепи обмотки якоря.
	Тема 4.2. ЭП постоянного тока с транзисторным широтно-импульсным преобразователем в цепи обмотки якоря
5	Раздел 5. Замкнутые системы электропривода постоянного тока.
	Тема 5.1. ЭП с отрицательной обратной связью по напряжению.
	Тема 5.2. ЭП с отрицательной обратной связью по скорости.
	Тема 5.3. ЭП с отрицательной обратной связью по скорости и положительной обратной связью по току якоря.
	Тема 5.4. ЭП постоянного тока с токоограничением.
6	Раздел 6. Энергетические показатели ЭП постоянного тока.
	Тема 6.1. Потери мощности, коэффициент полезного действия ЭП постоянного тока.
	Тема 6.2. Коэффициент мощности тиристорного ЭП постоянного тока при различных характерах нагрузки: - при постоянном моменте нагрузки; - при вентиляторном характере нагрузки; - при постоянстве мощности.
7	Раздел 7. Асинхронный ЭП.
	Тема 7.1. Способы регулирования скорости вращения. Тормозные режимы асинхронного привода.
	Тема 7.2. Регулирование скорости вращения путем регулирования напряжения, подаваемого на обмотку статора. Механические характеристики асинхронного ЭП при управлении по каналу напряжения. Передаточная функции АД при управлении по каналу напряжения обмотки статора.
	Тема 7.3. Частотное управление АД при:

	$\frac{U_1}{f_1} = const$; - постоянстве полного потока; - постоянстве рабочего потока; - частотно-токовым управлении; - постоянстве абсолютного скольжения; - векторном управлении АД. Передаточная функция АД при управлении по каналу частоты.
8	Раздел 8. ЭП на основе вентильного двигателя. Тема 8.1.Функциональная и принципиальная схемы вентильных двигателей. Схемы соединения обмоток. Датчик положения ротора для двухфазного и трехфазного вентильного двигателя с числом пар полюсов $p=1$; $p=2$; $p=3$. Тема 8.2.Способы управления: дискретный и аналоговый. Механические и регулировочные характеристики. Передаточная функция вентильного двигателя.
9	Раздел 9.Шаговый ЭП. Тема 9.1.Шаговый двигатель с активным ротором. Шаговый двигатель с реактивным ротором. Схемы соединения обмоток. Способы управления. Электрическое дробление шага. Тема 9.2.Основы методики расчета шагового ЭП.
10	Раздел 10. Информационный канал замкнутых систем ЭП. Датчик тока, скорости, положения. Схемы включения датчиков положения.
11	Раздел 11. Основы методики проектирования ЭП. Тема 11.1.Выбор электродвигателя и передаточного отношения редуктора. Тема 11.2.Выбор вентильного преобразователя и датчиков контролируемых координат. Тема 11.3.Основы статического и динамического расчета замкнутой системы ЭП.
12	Раздел 12.Подчиненный способ регулирования координат ЭП. Тема 12.1.Выбор регуляторов ЭП постоянного тока. Тема 12.2.Выбор регуляторов ЭП переменного тока.
13	Раздел 13.Перспектива развития 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 дисципли ны
Семестр 5				
1	Вводное занятие	2		
2	Исследование механических и регулировочных характеристик двигателя постоянного тока (ДПТ)	4	4	Раздел 3
3	Исследование способов торможения ДПТ	4	4	Раздел 3
4	Определение момента инерции ДПТ	4	4	Раздел 3
5	Исследование реостатного пуска ДПТ	4	4	Раздел 3
6	Исследование электромеханических характеристик асинхронного двигателя	4	4	Раздел 5
7	Изучение схемы реверса асинхронного электродвигателя	4	4	Раздел 7
8	Изучение схемы плавного пуска асинхронного электродвигателя	4	5	Раздел 7
9	Изучение схемы частотного пуска и управления асинхронным электродвигателем	4	5	Раздел 7
	Итого в семестре 6	34	34	
	Всего:	34	34	

4.4. Выполнение курсового проекта/ курсовой работы
Учебным планом не предусмотрено

4.5. 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 5, час
----------------------------	---------------	-------------------

1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	2	2
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	1	1
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	1	1
Всего:	4	4

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. разделов 6-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий
Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.
Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
62-83 M29	Мартынов А.А.. Электрический привод: учеб. пособие.–СПб.: ГУАП, 2015. – 524 с.	10
621.313 M29	Мартынов А.А. Основы проектирования электрических приводов.: Учеб. пособие/. СПб.:ГУАП, 2013. 141с.: ил.	10
621.314 M29	Мартынов А.А. Основы электрического привода. Часть 1. Учеб. – методическое пособие/. СПб.: ГУАП, 2017. 134 с.	10
621.313 M29	Мартынов А.А. Основы электрического привода. Часть2. Уч.-методич. пособие.2021. 145 с.	10
621.314 M29	Мартынов А.А. Электрические и гидравлические приводы мехатронных и робототехнических устройств. Уч.-методич. Пособие. Электрический привод Часть1. 2019.109 с	10
621.316 M29	Мартынов. А.А. Электроприводы с релейно-контактными системами управления.: Учебно-методическое пособие. /. СПб.: ГУАП, 2020. 100 с.:	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
https://pro.guap.ru/	Элементы электронного курса по дисциплине размещены внутри ЭИОС ГУАП «Интегрированная среда обучения»

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
1	Microsoft Office 2019 (договор ГУАП, информация о лицензии представлена по ссылке https://guap.ru/it/system/iso/po)
2	Электронная информационно-образовательная среда ГУАП «Интегрированная среда обучения» (https://pro.guap.ru/) разработана сотрудниками ГУАП (введена в эксплуатацию приказом ГУАП от 06.06.2017 № 05-215/17), перечень модулей и их функциональное назначение изложены по ссылке https://guap.ru/it/system/iso
3	Официальный сайт образовательной организации в сети «Интернет» (https://guap.ru/), разработан сотрудниками ГУАП (введен в эксплуатацию Приказом ГУАП от 23.03.2023 № 05-145/23).
4	Браузер для работы в Интернете Яндекс Браузер (лицензии GPL/LGPL/MPL).

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

URL адрес	Наименование
https://lib.guap.ru	Электронный каталог библиотеки ГУАП с доступом к базе полнотекстовых изданий (https://lib.guap.ru), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП
https://elibrary.ru/	Научная электронная библиотека «eLIBRARY» (https://elibrary.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
https://e.lanbook.com	ЭБС «Лань» (https://e.lanbook.com/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
http://elsau.ru/	ЭБС Консорциума аэрокосмических вузов России (http://elsau.ru/suai), доступ по IP-адресам ГУАП
https://znanium.ru/	ЭБС Znanium (https://znanium.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
https://urait.ru/	образовательная платформа «Юрайт» (https://urait.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
https://cyberleninka.ru/	Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» (https://cyberleninka.ru/), свободный доступ

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	Мультимедийная лекционная аудитория: Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; набор демонстрационного оборудования (Интерактивный мультисенсорный дисплей на перекатной стойке FocusTouch Диагональ 70" – 1 шт., ПЭВМ – 1 шт.); Обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети или точке доступа WiFi.	21-21 ул. Большая Морская, д.67, лит. А
2	Учебная аудитория для практических и лабораторных занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации аудитории; лабораторное оборудование по изучению электрического привода постоянного тока до 1 кВт.	31-01 ул. Большая Морская, д.67, лит. А

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
Дифференцированный зачёт	Список вопросов; Тесты.

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»	Обучающийся: – глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно связывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	– делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 90% до 100% тестовых заданий^{**}.
«хорошо» «зачтено»	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. – правильно выполнил от 70% до 89% тестовых заданий^{**}.
«удовлетворительно» «зачтено»	– 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. – правильно выполнил от 51% до 69% тестовых заданий^{**}.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	– 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. – правильно выполнил менее 51% тестовых заданий^{**}.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Вопросы для дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы для дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов для дифф. зачета	Код индикатора
1	Сформулируйте уравнения Лагранжа-Максвелла применительно к электромеханическим системам. постоянного тока	ПК-3.Д.2
2	Опишите методику построения математической модели электрического привода постоянного тока на основе уравнений Лагранжа-Максвелла.	ПК-3.Д.2
3	Охарактеризуйте типовые статические характеристики исполнительных механизмов.	ПК-3.Д.2

4	Опишите методику вывода передаточной функции двигателя постоянного тока по управляющему воздействию.	ПК-3.Д.2
5	Опишите методику вывода передаточной функции двигателя постоянного тока по возмущению ($M_{нг}$).	ПК-3.Д.2
6	Сформулируйте правило приведения характеристик исполнительного механизма (J_n , M_n) к валу двигателя.	ПК-3.Д.2
7	Охарактеризуйте регулировочные характеристики электропривода при управлении сопротивлением цепи обмотки якоря.	ПК-3.Д.2
8	Охарактеризуйте регулировочные характеристики электропривода постоянного тока при управлении напряжением обмотки якоря	ПК-3.Д.2
9	Охарактеризуйте динамическое торможение электропривода постоянного тока. Приведите схему и основные характеристики.	ПК-3.Д.2
10	Охарактеризуйте рекуперативное торможение электропривода постоянного тока Приведите схему и основные характеристики.	ПК-3.Д.2
11	Охарактеризуйте торможение противовключением электропривода постоянного тока. Приведите схему и основные характеристики.	ПК-3.Д.2
12	Проведите сравнительную оценку способов регулирования скорости вращения двигателя постоянного тока	ПК-3.Д.2
13	Опишите методику трехступенчатого реостатного пуска двигателя постоянного тока. расчет пусковых резисторов, электромеханическая характеристика при пуске двигателя.	ПК-3.Д.2
14	Опишите методику расчета пусковых резисторов при трехступенчатом реостатном пуске двигателя постоянного тока.	ПК-3.Д.2
15	Охарактеризуйте электромеханическую характеристику трехступенчатого реостатного пуска двигателя постоянного тока	ПК-3.Д.2
16	Опишите пуск двигателя постоянного тока в функции времени. Расчет пусковых реостатов и времени срабатывания реле, замыкающих ступени пускового реостата.	ПК-3.Д.2
17	Оцените влияние соотношения постоянных времени T_m и T_Σ электропривода постоянного тока на характер переходных процессов ЭП.	ПК-3.Д.2
18	Сформулируйте способы управления тиристорного электропривода постоянного тока. Приведите необходимые схемы.	ПК-3.Д.2
19	Сформулируйте основной закон частотного управления асинхронного двигателя.	ПК-3.Д.2
20	Опишите схему замещения АД при частотном управлении.	ПК-3.Д.2
21	Опишите механические и электромеханические характеристики асинхронного двигателя.	ПК-3.Д.2
22	Сформулируйте закон частотного управления $U_1/f_1 = \text{const}$.	ПК-3.Д.2

	Приведите механические характеристики и диапазон регулирования скорости вращения.	
23	Опишите методику определения передаточной функции АД при управлении по каналу частоты.	ПК-3.Д.2
24	Охарактеризуйте регулирование скорости вращения асинхронного двигателя при изменении напряжения обмотки статора: схема, характеристики.	ПК-3.Д.2
25	Опишите методику определения передаточной функции АД при управлении по каналу напряжения.	ПК-3.Д.2
26	Опишите особенности расчета электропривода ПТ с ООС по скорости двигателя	ПК-3.Д.2
27	Опишите особенности расчета электропривода ПТ с ООС по напряжению двигателя	ПК-3.Д.2
28	Опишите особенности расчета электропривода ПТ с ПОС по току якоря двигателя	ПК-3.Д.2

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

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

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсового проекта/ курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

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

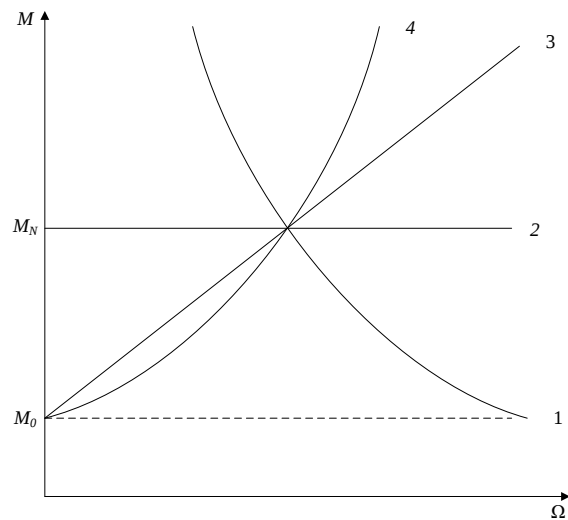
Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1 тип. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответ		
1	Укажите формулу, соответствующую скорости вращения двигателя постоянного тока Ω: a. $\Omega = \frac{2\pi f}{P_{\pi}}(1-s);$ b. $\Omega = \frac{U_{я} - I_{я}R_{яц}}{C_{\epsilon}\Phi}$ c. $\Omega = \frac{2\pi f}{P_{\pi}};$ d. $\Omega = \frac{U_{я}}{C_{\epsilon}\Phi}.$ где $U_{я}$ –напряжение якоря; $I_{я}$ –ток якоря;	ПК-3.Д.2

	$R_{\text{я}}$ – сопротивление обмотки якоря; f – частота питающей сети. Ключ с правильным ответом:	
2	Укажите формулу, соответствующую скорости вращения двигателя постоянного тока Ω: a. $\Omega = \frac{2\pi f}{p_{\text{п}}} (1 - s);$ b. $\Omega = \frac{U_{\text{я}} - I_{\text{я}} R_{\text{яц}}}{C_{\text{е}} \Phi}$ c. $\Omega = \frac{2\pi f}{p_{\text{п}}};$ d. $\Omega = \frac{U_{\text{я}}}{C_{\text{е}} \Phi}.$ где $U_{\text{я}}$ – напряжение якоря; $I_{\text{я}}$ – ток якоря; $R_{\text{я}}$ – сопротивление обмотки якоря; f – частота питающей сети. Ключ с правильным ответом:	ПК-3.Д.2
2 тип. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов		
3	Укажите способы регулирования скорости вращения двигателя постоянного тока: a. изменение числа пар полюсов b. изменение величины питающего напряжения c. изменение величины скольжения d. изменение величины магнитного поля e. введение добавочных сопротивлений f. изменение частоты питающего напряжения Ключ с правильным ответом:	ПК-3.Д.2
4	Укажите способы регулирования скорости вращения асинхронного двигателя: a. изменение числа пар полюсов b. изменение величины питающего напряжения c. изменение величины скольжения d. изменение величины магнитного поля e. введение добавочных сопротивлений f. изменение частоты питающего напряжения Ключ с правильным ответом:	ПК-3.Д.2
3 тип. Задание закрытого типа на установление соответствия Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце		

5

На графике представлены механические характеристики исполнительных механизмов. Установите соответствие между номером механической характеристики и ее названием:



Номер характеристики:	Название характеристики:
1	а. «сухое» трение
2	б. Вентиляторная характеристика
3	с. Характеристика постоянной мощности
4	д. «вязкое» трение

Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами:

1	2	3	4

Ключ с правильным ответом:

ПК-3.Д.2

6	Установите соответствие между типом двигателя постоянного тока и его характерным свойством или областью применения. <table><tr><th colspan="2">Тип двигателя</th><th colspan="2">Характеристика</th></tr><tr><td>А</td><td>Двигатель с параллельным возбуждением (шунтовой)</td><td>1</td><td>Мягкая механическая характеристика, большой пусковой момент, используется в электротранспорте (трамваи, троллейбусы)</td></tr><tr><td>В</td><td>Двигатель с последовательным возбуждением (сериесный)</td><td>2</td><td>Жёсткая механическая характеристика, частота вращения мало меняется при изменении нагрузки, используется в станках</td></tr><tr><td>С</td><td>Двигатель со смешанным возбуждением (компаундный)</td><td>3</td><td>Очень малый момент инерции, способность работать в повторно-кратковременном режиме, применяется в электроприводах роботов и станков с ЧПУ</td></tr><tr><td>Д</td><td>Бесколлекторный двигатель постоянного тока</td><td>4</td><td>Занимает промежуточное положение между последовательным и параллельным; применяется там, где нужен большой пусковой момент и стабильная скорость (лифты, краны)</td></tr></table> Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами: <table><tr><td>А</td><td>Б</td><td>В</td><td>Г</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> Ключ с правильным ответом:	Тип двигателя		Характеристика		А	Двигатель с параллельным возбуждением (шунтовой)	1	Мягкая механическая характеристика, большой пусковой момент, используется в электротранспорте (трамваи, троллейбусы)	В	Двигатель с последовательным возбуждением (сериесный)	2	Жёсткая механическая характеристика, частота вращения мало меняется при изменении нагрузки, используется в станках	С	Двигатель со смешанным возбуждением (компаундный)	3	Очень малый момент инерции, способность работать в повторно-кратковременном режиме, применяется в электроприводах роботов и станков с ЧПУ	Д	Бесколлекторный двигатель постоянного тока	4	Занимает промежуточное положение между последовательным и параллельным; применяется там, где нужен большой пусковой момент и стабильная скорость (лифты, краны)	А	Б	В	Г					ПК-3.Д.2
Тип двигателя		Характеристика																												
А	Двигатель с параллельным возбуждением (шунтовой)	1	Мягкая механическая характеристика, большой пусковой момент, используется в электротранспорте (трамваи, троллейбусы)																											
В	Двигатель с последовательным возбуждением (сериесный)	2	Жёсткая механическая характеристика, частота вращения мало меняется при изменении нагрузки, используется в станках																											
С	Двигатель со смешанным возбуждением (компаундный)	3	Очень малый момент инерции, способность работать в повторно-кратковременном режиме, применяется в электроприводах роботов и станков с ЧПУ																											
Д	Бесколлекторный двигатель постоянного тока	4	Занимает промежуточное положение между последовательным и параллельным; применяется там, где нужен большой пусковой момент и стабильная скорость (лифты, краны)																											
А	Б	В	Г																											
4 тип. Задание закрытого типа на установление последовательности Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо																														
7	Установите последовательность действий расчета сопротивлений пускового реостата при реостатном пуске двигателя постоянного тока: а. расчет сопротивления каждой ступени; б. расчет тока переключения I_2; с. расчет числа ступеней пускового реостата m; д. расчет значения допустимого тока якоря при пуске $I_{1\text{доп}}$;	ПК-3.Д.2																												

	Ключ с правильным ответом:	
8	Укажите последовательность действия выбора двигателя по мощности и оптимального отношения редуктора для электропривода манипулятора: - рассчитать и построить зависимость располагаемой скорости вращения от передаточного отношения редуктора $\Omega_{др}/i = f(i)$; - определить границу передаточного отношения редуктора $i1$ как пересечения кривой $M_{дм} = f(i)$ с прямой $M_{д,доп}$. - рассчитать и построить зависимости максимального момента нагрузки от передаточного отношения редуктора, $M_{дм} = f(i)$; - рассчитать максимальную мощность рабочего режима электродвигателя; - на графике $\Omega_{др}/i = f(i)$ определить верхнюю границу диапазона передаточного отношения редуктора $i=i2$ как пересечения кривой $\Omega_{др}/i = f(i)$ с прямой $\varphi_{рм}$; - определить оптимальное отношение редуктора, обеспечивающее наименьшую мощность, потребляемую двигателем Ключ с правильным ответом:	ПК-3.Д.2
5 тип. Задание открытого типа с развернутым ответом Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ или напишите пропущенное слово/словосочетание		
9	Зависимость скорости вращения электродвигателя постоянного тока от тока якоря называется _____ характеристикой.	ПК-3.Д.2
10	Зависимость скорости вращения электродвигателя постоянного тока от тока момента называется _____ характеристикой.	ПК-3.Д.2

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 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.

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала.

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

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

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

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

Структура предоставления лекционного материала:

- постановка задачи;
- основные сведения по теме лекции;
- результаты и выводы.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах
Учебным планом не предусмотрено

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий
Учебным планом не предусмотрено

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

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 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

Приступать к работе можно только после ознакомления с рабочим местом.

2. Перед включением оборудования убедиться в том, что вся включенная в схему коммутационная аппаратура (кнопки и др.) находится в исходном положении.
3. При включении и в процессе печати следить за показаниями основных характеристик (температура стола, температура стола, обдув и др.).
4. К лабораторным занятиям допускаются только те студенты, которые усвоили правила безопасности и расписались в журнале об ознакомлении с правилами безопасности.
5. Лабораторные работы выполняются бригадой студентов в составе не менее двух человек.
6. Каждый студент должен подготовиться к лабораторной работе. При недостаточной подготовке студент не допускается к ее выполнению.
7. Собранная схема и написанная программа должна быть проверена преподавателем, который после проверки дает разрешение на проведение опытов.
6. Все переключения в установке и ее окончательная разборка делается только с разрешения преподавателя. В случае неверности полученных данных работа переделывается.
7. После переключения схема должна быть проверена преподавателем.
8. В случае возникновения аварийной ситуации (появление дыма, запаха гари, несвойственных звуков, искры и др.) на рабочем месте необходимо немедленно отключить схему от напряжения и сообщить об этом событии преподавателю без любых изменений в схеме. Вместе с преподавателем надо найти причину аварии и устранить ее.
9. Студент должен бережно обращаться с предоставляемым ему оборудованием и компьютерной техникой, запрещается делать надписи мелом, карандашом или чернилами. Нельзя загромождать рабочее место приборами и аппаратами, которые не используются в лабораторной работе, оставлять на них книги, тетради и др. предметы.
10. К следующему занятию каждый студент должен составить отчет по предыдущей лабораторной работе в соответствующей форме.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе должен содержать следующие обязательные разделы:

1. Титульный лист
2. Цель выполнения лабораторной работы
3. Принципиальные или функциональные схемы экспериментов
4. Результаты экспериментов
5. Теоретические расчеты (при необходимости)
6. Выводы по лабораторной работе

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Оформление отчета по лабораторной работе должно соответствовать требованиям правилам оформления текстовых документов ГОСТ 7.32-2017, ГОСТ 2.105-2019 и нормативным документам ГУАП (new.guap.ru).

11.5. Методические указания для обучающихся по выполнению курсового проекта/работы
Учебным планом не предусмотрено

11.6. 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.

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

Основными методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся, являются источники из перечня печатных и электронных учебных изданий, указанных в таблице 8. Кроме этого, обучающийся может пользоваться электронными ресурсами, указанными в таблицах 9 и 11.

11.7. 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 включает в себя:

- контроль посещаемости;
- устный опрос по материалам лекций;
- письменное выполнение заданий лабораторных работ с защитой отчетов;
- письменный опрос в форме тестирования.

В течение семестра обучающиеся загружают выполненные работы в ЭИОС ГУАП. Если обучающиеся по уважительной причине имеют задолженности по лабораторным и практическим работам, они могут ликвидировать их в часы консультаций преподавателя. Итоги ТКУ учитываются при проведении промежуточной аттестации путем

Основанием для допуска к прохождению промежуточной аттестации по дисциплине «Электрический привод» являются выполненные и загруженные в ЭИОС ГУАП лабораторные работы.

11.8. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

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

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

Промежуточная аттестация проводится в письменной форме по вопросам, приведенным в таблице 16. Время на подготовку ответа не более 90 минут.

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 итоговая оценка снижается на 0,5 балла за каждую не выполненную и не защищенную лабораторную работу.

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