

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

Кафедра № 31

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

Ст. преподаватель

(должность, уч. степень, звание)

А.В. Статкевич

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«16» февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Исполнительные устройства систем управления»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	16.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Техническая физика
Наименование направленности/ специализации	Физические методы контроля качества и диагностики
Форма обучения	очная
Год приема	2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

ст. преп.

(должность, уч. степень, звание)

16.02.2026

(подпись, дата)

С.С. Тимофеев

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 31

«16» февраля 2026 г, протокол № 5

Заведующий кафедрой № 31

д.т.н., проф.

(уч. степень, звание)

16.02.2026

(подпись, дата)

В.Ф. Шишлаков

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

16.02.2026

(подпись, дата)

Н.В. Решетникова

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Исполнительные устройства систем управления» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 16.03.01 «Техническая физика» направленности/специализации «Физические методы контроля качества и диагностики». Дисциплина реализуется кафедрой «№31».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-1 «Способность применять эффективные методы исследования физико-технических объектов, процессов и материалов, проводить стандартные и сертификационные испытания технологических процессов и изделий с использованием современных аналитических средств технической физики»

ПК-5 «Способность использовать технические средства для определения основных параметров технологического процесса, изучения свойств физико-технических объектов, изделий и материалов»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с исполнительными устройствами систем автоматического управления постоянного и переменного тока, статическими и динамическими характеристиками исполнительных двигателей, построением их математических моделей, проектированием, оценкой влияния исполнительных устройств на динамику систем автоматического управления.

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

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена (5 семестр), экзамена (6 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

В процессе проектирования и исследования системы автоматического управления важное значение имеют исполнительные устройства, осуществляющие преобразование энергии электромагнитного поля в механическое движение. Динамические свойства САУ во многом зависят от динамических характеристик исполнительных двигателей, а статические характеристики необходимо учитывать при разработке законов управления систем. Изучение дисциплины «Исполнительные устройства систем управления» дает возможность студентам не только изучать подходы к построению математических моделей исполнительных устройств различных классов, но и проводить экспериментальное исследование их статических и динамических характеристик.

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

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

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

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-1 Способность применять эффективные методы исследования физико-технических объектов, процессов и материалов, проводить стандартные и сертификационные испытания технологических процессов и изделий с использованием современных аналитических средств технической физики	ПК-1.3.1 знать методы исследования физико-технических объектов, процессов и материалов ПК-1.В.1 владеть навыками исследования физико-технических объектов и работы с ними
Профессиональные компетенции	ПК-5 Способность использовать технические средства для определения основных	ПК-5.3.1 знать основные свойства физико-технических объектов, изделий и материалов ПК-5.У.1 уметь пользоваться техническими средствами для проведения эксперимента в рамках профессиональной деятельности ПК-5.В.1 владеть навыками использования

	параметров технологического процесса, изучения свойств физико-технических объектов, изделий и материалов	оборудования для проведения экспериментов с физико-техническими объектами
--	--	---

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Электротехника»,
- «Физика».

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

- «Электроника»

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	№6
1	2	3	4
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	8/ 288	4/ 144	4/ 144
Из них часов практической подготовки	102	51	51
Аудиторные занятия, всего час.	170	85	85
в том числе:			
лекции (Л), (час)	68	34	34
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	34	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)	51	34	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)	17		17
экзамен, (час)	72	36	36
Самостоятельная работа, всего (час)	46	23	23
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Экз., Экз., Курс. Пр.	Экз.,	Экз., Курс. Пр.

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/КР (час)	СР (час)
Семестр 5					
Раздел 1. Классификация исполнительных устройств систем автоматического управления	4	-	-	-	3

<p>Тема 1.1. Понятие и назначение исполнительных устройств в САУ</p> <p>Тема 1.2. Классификация по виду энергии: электрические, гидравлические, пневматические</p> <p>Тема 1.3. Классификация по принципу действия: электромашинные и электромагнитные устройства</p> <p>Тема 1.4. Классификация по характеру движения: прямоходные, поворотные и многооборотные исполнительные механизмы</p>					
<p>Раздел 2. Двигатели постоянного тока независимого возбуждения</p> <p>Тема 2.1. Устройство и принцип действия двигателя независимого возбуждения</p> <p>Тема 2.2. Механические и регулировочные характеристики двигателя</p> <p>Тема 2.3. Регулирование скорости: изменение напряжения якоря и потока возбуждения</p> <p>Тема 2.4. Области применения и особенности эксплуатации (риск «разноса» при обрыве цепи возбуждения)</p>	5	4	8	-	3
<p>Раздел 3. Двигатели постоянного тока последовательного возбуждения</p> <p>Тема 3.1. Особенности схемы включения и формирования магнитного потока</p> <p>Тема 3.2. Мягкая механическая характеристика и зависимость скорости от нагрузки</p> <p>Тема 3.3. Высокий пусковой момент и его преимущества в тяговых приводах</p> <p>Тема 3.4. Ограничения и условия безопасной эксплуатации (запрет пуска на холостом ходу)</p>	5	4	8	-	3
<p>Раздел 4. Двигатели постоянного тока смешанного возбуждения</p> <p>Тема 4.1. Структура обмоток: параллельная и последовательная обмотки возбуждения</p> <p>Тема 4.2. Согласное и встречное включение обмоток - влияние на характеристики</p> <p>Тема 4.3. Комбинированная механическая характеристика: компромисс между жёсткостью и моментом</p> <p>Тема 4.4. Применение в приводах с переменной нагрузкой и требованиями к стабильности скорости</p>	5	-	-	-	3
<p>Раздел 5. Асинхронные двигатели</p> <p>Тема 5.1. Принцип действия асинхронного двигателя и явление скольжения</p> <p>Тема 5.2. Конструкция статора и ротора: короткозамкнутый и фазный ротор</p> <p>Тема 5.3. Механическая характеристика асинхронного двигателя и её основные точки</p> <p>Тема 5.4. Пуск, торможение и регулирование скорости асинхронных двигателей</p>	5	4	8	-	4

<p>Тема 6. Синхронные двигатели</p> <p>Тема 6.1. Принцип синхронного вращения ротора и создание магнитного поля</p> <p>Тема 6.2. Пуск синхронных двигателей: асинхронный пуск и выход на синхронизм</p> <p>Тема 6.3. Регулирование коэффициента мощности и компенсация реактивной энергии</p> <p>Тема 6.4. Применение синхронных двигателей в промышленности и высокоточных системах</p>	5	5	10	-	4
<p>Тема 7. Моментные двигатели</p> <p>Тема 7.1. Особенности конструкции моментных двигателей и их отличие от стандартных</p> <p>Тема 7.2. Работа в режиме высокого момента при низких и нулевых скоростях</p> <p>Тема 7.3. Бескорпусное исполнение и применение в приводах без редуктора</p> <p>Тема 7.4. Использование в робототехнике, прецизионных следящих системах и прямых приводах</p>	5	-	-	-	3
Итого в семестре:	34	17	34		23
Семестр 6					
<p>Раздел 1. Основы проектирования и выбор критериев эффективности</p> <p>Тема 1.1. Цели и этапы проектирования исполнительных устройств в системах автоматического управления</p> <p>Тема 1.2. Требования к исполнительным устройствам: точность, быстродействие, надёжность и энергоэффективность</p> <p>Тема 1.3. Критерии эффективности: статические и динамические показатели качества управления</p> <p>Тема 1.4. Влияние внешних условий и нагрузок на выбор параметров проектируемого устройства</p>	6				3
<p>Раздел 2 Проектирования исполнительных устройств постоянного тока</p> <p>Тема 2.1. Особенности расчёта двигателей постоянного тока: выбор типа возбуждения (независимого, последовательного, смешанного)</p> <p>Тема 2.2. Определение номинальных параметров: мощности, напряжения, тока и скорости вращения</p> <p>Тема 2.3. Расчёт пусковых и тормозных режимов для двигателей постоянного тока</p> <p>Тема 2.4. Проектирование систем питания и управления: преобразователи, регуляторы напряжения и тока</p>	7	8		9	4

Раздел 3 Проектирование исполнительных устройств переменного тока Тема 3.1. Выбор типа асинхронного двигателя: с короткозамкнутым или фазным ротором Тема 3.2. Расчёт пусковых характеристик и выбор способов пуска (прямой, звезда-треугольник, частотный) Тема 3.3. Проектирование частотно-регулируемых приводов на базе асинхронных двигателей Тема 3.4. Особенности проектирования синхронных исполнительных устройств: пуск и синхронизация	7	7		8	5
Раздел 4 Расчёт и моделирование динамики исполнительного устройства Тема 4.1. Математическое моделирование динамики электропривода: уравнения движения и электромагнитные процессы Тема 4.2. Переходные процессы в исполнительных устройствах: время отклика, перерегулирование, колебательность Тема 4.3. Использование пакетов моделирования (MATLAB/Simulink) для анализа динамических характеристик Тема 4.4. Сравнение моделируемых и экспериментальных данных: валидация модели	7	2			5
Раздел 5. Конструирование, тепловой расчёт и защита исполнительных устройств Тема 5.1. Конструктивные особенности исполнительных устройств: корпус, охлаждение, подшипниковые узлы Тема 5.2. Тепловой расчёт: определение нагрева обмоток и допустимых режимов работы (продолжительный, кратковременный, повторно-кратковременный) Тема 5.3. Системы защиты: от перегрузки, перегрева, обрыва фазы, понижения напряжения Тема 5.4. Защита от внешних воздействий: пыль, влага, агрессивные среды — выбор степени защиты IP	7	-			6
Выполнение курсового проекта				17	
Итого в семестре:	34	17	17	17	23
Итого	68	34	51	17	46

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
5 семестр	
1	<p>Тема 1.1. Понятие и назначение исполнительных устройств в САУ</p> <p>Тема 1.2. Классификация по виду энергии: электрические, гидравлические, пневматические</p> <p>Тема 1.3. Классификация по принципу действия: электромашинные и электромагнитные устройства</p> <p>Тема 1.4. Классификация по характеру движения: прямоходные, поворотные и многооборотные исполнительные механизмы</p>
2	<p>Тема 2.1. Устройство и принцип действия двигателя независимого возбуждения</p> <p>Тема 2.2. Механические и регулировочные характеристики двигателя</p> <p>Тема 2.3. Регулирование скорости: изменение напряжения якоря и потока возбуждения</p> <p>Тема 2.4. Области применения и особенности эксплуатации (риск «разноса» при обрыве цепи возбуждения)</p>
3	<p>Тема 3.1. Особенности схемы включения и формирования магнитного потока</p> <p>Тема 3.2. Мягкая механическая характеристика и зависимость скорости от нагрузки</p> <p>Тема 3.3. Высокий пусковой момент и его преимущества в тяговых приводах</p> <p>Тема 3.4. Ограничения и условия безопасной эксплуатации (запрет пуска на холостом ходу)</p>
4	<p>Тема 4.1. Структура обмоток: параллельная и последовательная обмотки возбуждения</p> <p>Тема 4.2. Согласное и встречное включение обмоток - влияние на характеристики</p> <p>Тема 4.3. Комбинированная механическая характеристика: компромисс между жёсткостью и моментом</p> <p>Тема 4.4. Применение в приводах с переменной нагрузкой и требованиями к стабильности скорости</p>
5	<p>Тема 5.1. Принцип действия асинхронного двигателя и явление скольжения</p> <p>Тема 5.2. Конструкция статора и ротора: короткозамкнутый и фазный ротор</p> <p>Тема 5.3. Механическая характеристика асинхронного двигателя и её основные точки</p> <p>Тема 5.4. Пуск, торможение и регулирование скорости асинхронных двигателей</p>
6	<p>Тема 6.1. Принцип синхронного вращения ротора и создание магнитного поля</p> <p>Тема 6.2. Пуск синхронных двигателей: асинхронный пуск и выход на синхронизм</p> <p>Тема 6.3. Регулирование коэффициента мощности и компенсация реактивной энергии</p> <p>Тема 6.4. Применение синхронных двигателей в промышленности и высокоточных системах</p>
7	<p>Тема 7.1. Особенности конструкции моментных двигателей и их отличие от стандартных</p> <p>Тема 7.2. Работа в режиме высокого момента при низких и нулевых скоростях</p> <p>Тема 7.3. Бескорпусное исполнение и применение в приводах без редуктора</p> <p>Тема 7.4. Использование в робототехнике, прецизионных следящих</p>

	системах и прямых приводах
6 семестр	
1	Тема 1.1. Цели и этапы проектирования исполнительных устройств в системах автоматического управления Тема 1.2. Требования к исполнительным устройствам: точность, быстродействие, надёжность и энергоэффективность Тема 1.3. Критерии эффективности: статические и динамические показатели качества управления Тема 1.4. Влияние внешних условий и нагрузок на выбор параметров проектируемого устройства
2	Тема 2.1. Особенности расчёта двигателей постоянного тока: выбор типа возбуждения (независимого, последовательного, смешанного) Тема 2.2. Определение номинальных параметров: мощности, напряжения, тока и скорости вращения Тема 2.3. Расчёт пусковых и тормозных режимов для двигателей постоянного тока Тема 2.4. Проектирование систем питания и управления: преобразователи, регуляторы напряжения и тока
3	Тема 3.1. Выбор типа асинхронного двигателя: с короткозамкнутым или фазным ротором Тема 3.2. Расчёт пусковых характеристик и выбор способов пуска (прямой, звезда-треугольник, частотный) Тема 3.3. Проектирование частотно-регулируемых приводов на базе асинхронных двигателей Тема 3.4. Особенности проектирования синхронных исполнительных устройств: пуск и синхронизация
4	Тема 4.1. Математическое моделирование динамики электропривода: уравнения движения и электромагнитные процессы Тема 4.2. Переходные процессы в исполнительных устройствах: время отклика, перерегулирование, колебательность Тема 4.3. Использование пакетов моделирования (MATLAB/Simulink) для анализа динамических характеристик Тема 4.4. Сравнение моделируемых и экспериментальных данных: валидация модели
5	Тема 5.1. Конструктивные особенности исполнительных устройств: корпус, охлаждение, подшипниковые узлы Тема 5.2. Тепловой расчёт: определение нагрева обмоток и допустимых режимов работы (продолжительный, кратковременный, повторно-кратковременный) Тема 5.3. Системы защиты: от перегрузки, перегрева, обрыва фазы, понижения напряжения Тема 5.4. Защита от внешних воздействий: пыль, влага, агрессивные среды — выбор степени защиты IP

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоёмкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоёмкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоёмкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
-------	---------------------------	----------------------------	---------------------	---------------------------------------	----------------------

Семестр 5					
1	Многоступенчатый пуск исполнительного двигателя	Расчетно-графическая работа. Решение задач	4	4	2
2	Механические характеристики и переходные процессы. Пуск ИД.	Расчетно-графическая работа. Решение задач	4	4	3
3	Механические характеристики и переходные процессы. Торможение противовключением.	Расчетно-графическая работа. Решение задач	4	4	5
4	Расчет переходного процесса по току при многоступенчатом пуске	Расчетно-графическая работа. Решение задач	3	3	6
5	Расчет переходного процесса по скорости при многоступенчатом пуске	Расчетно-графическая работа.	2	2	6
Семестр 6					
	Исследование статических и динамических характеристик ДПТ НВ	Расчетно-графическая работа. Решение задач	4	4	2
	Исследование статических и динамических ДПТ ПВ	Расчетно-графическая работа. Решение задач	4	4	2
	Исследование статических и динамических АД	Расчетно-графическая работа. Решение задач	4	4	3
	Исследование статических и динамических ГПТ НВ	Расчетно-графическая работа. Решение задач	3	3	3
	Исследование статических характеристик ОТ	Расчетно-графическая работа.	2	2	3
Всего			34	34	

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 5				
1	Исследование статических и динамических характеристик ДПТ НВ	8	8	2
2	Исследование статических и динамических ДПТ ПВ	8	8	3
3	Исследование статических и динамических АД	8	8	5
4	Исследование статических и динамических ГПТ НВ	6	6	6
5	Исследование статических характеристик ОТ	4	4	6
Семестр 6				
	Исследование статических и динамических характеристик вращающихся трансформаторов	4	4	2
	Исследование статических и динамических сильсинов	4	4	2
	Исследование статических и динамических датчиков тока	4	4	3
	Исследование статических и динамических СД	3	3	3
	Исследование статических характеристик датчиков скорости	2	2	3
Всего		51	51	

4.5. Выполнение курсового проекта/ курсовой работы

Цель курсового проекта: закрепление знаний, развитие умений и навыков, полученных на лекционных и лабораторных работах.

Часов практической подготовки: 17

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

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 5, час	Семестр 6, час
1	2	3	4
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	28	14	14
Курсовое проектирование (КП, КР)			
Расчетно-графические задания (РГЗ)			
Выполнение реферата (Р)			

Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)			
Домашнее задание (ДЗ)			
Контрольные работы заочников (КРЗ)			
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	18	9	9
Всего:	46	23	23

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)
681.5 Ш 65	Исполнительные устройства систем автоматического управления постоянного тока [Текст] : учебное пособие / В. Ф. Шишлаков ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2008. - 79 с	100
621.313 В71	Электрические машины. Введение в электротехнику. Машины постоянного тока и трансформаторы : учебник / А. И. Вольдек. - СПб. : ПИТЕР, 2007. - 319 с. : рис., табл. - (Учебник для вузов). - Библиогр.: с. 315 - 316. - Алф. указ.: с. 317 - 319. - ISBN 5-469-01380-4 : 216.00 р. - Текст : непосредственный. Издание имеет гриф Министерства образования РФ. Выпущено в рамках издательской программы "300 лучших учебников для высшей школы"	8
62-83 М-29	Электрический привод [Текс] Учебное пособие/ А. А. Мартынов С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2015. – 518 с	62
621.313 Т 41	Тимофеев, Сергей Сергеевич (ст. преп.). Исполнительные устройства электроприводов : учебно-методическое пособие / С. С. Тимофеев ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2023	36

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/	Материалы для выполнения лабораторных, практических и курсовых работ, варианты для их выполнения, а также электронный лекционный материал по дисциплине размещаются внутри ЭИОС ГУАП «Интегрированная среда обучения» в течение учебного семестра
https://lms.guap.ru	Тестирования для проведения контрольных работ, а также для проведения промежуточной аттестации размещаются в системе дистанционного обучения ГУАП в течение учебного семестра

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	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
2	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)
3	MathWorks MATLAB (договор ГУАП, информация о лицензии представлена по ссылке https://guap.ru/it/system/iso/po)
4	LibreOffice 5 (Лицензия LGPLv3)

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
1	Электронный каталог библиотеки ГУАП с доступом к базе полнотекстовых изданий (https://lib.guap.ru), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП

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. Обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по точке доступа Wi-Fi.	
2	Лаборатория компьютерного моделирования: – специализированная мебель; – технические средства обучения, служащие для представления учебной информации; панель интерактивная/телевизор; Лабораторное оборудование: ПЭВМ – «Место рабочее автоматизированное» – 13 шт. Обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети.	21-12, 21-13 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)
3	Специализированная лаборатория «Исполнительные устройства систем управления»: – стенды лабораторные – 7 шт.	21-06 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)
4	Помещение для самостоятельной работы, Интернет-класс. Специализированная мебель, возможность подключения к сети «Интернет» и доступ в электронную информационно-образовательную среду организации. 10 ПК, Принтер лазерный HP LJ4515n, Принтер HP LaserJet Enterprise 600 M602dn.	12-16 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)
5	Помещение для самостоятельной работы обучающихся - Читальный зал библиотеки ГУАП: специализированная мебель; персональные компьютеры – 10 шт., обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети и точке доступа WiFi, а также к электронно-библиотечным системам, реферативной базе данных Scopus; копировальный аппарат Kyocera KM2035.	22-19 (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
Экзамен	Тесты.
Выполнение курсового проекта	Экспертная оценка на основе требований к содержанию курсового проекта.

Примечание: *экзаменационные билеты формируются на основе вопросов и задач таблицы 15.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности

компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	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; – 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 (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 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
	Проектирование двигателя постоянного тока 3 кВт

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	<p>1 тип) Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора.</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.</p> <p>Какое из перечисленных устройств является примером исполнительного устройства с линейным движением, работающего на электромагнитном принципе?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором 2. Пневмоцилиндр двойного действия 3. Соленоидный клапан 4. Синхронный двигатель с явнополюсным ротором <p>Ответ:- 3)</p>	ПК-1.3.1				
2	<p>2 тип) Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора.</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов.</p> <p>Какие из перечисленных характеристик присущи двигателю постоянного тока независимого возбуждения?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Механическая характеристика — жёсткая, почти горизонтальная 2. При обрыве цепи возбуждения возможен аварийный режим «разнос» 3. Высокий пусковой момент при низких скоростях 4. Скорость вращения практически не зависит от нагрузки <p>Ответ: 1 и 4.</p>	ПК-1.3.1				
3	<p>3 тип) Задание закрытого типа на установление соответствия.</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце.</p> <p>установите соответствие между типом двигателя и его характерной механической характеристикой.</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">Левый столбец (двигатель)</td> <td style="width: 50%;">Правый столбец (характеристика)</td> </tr> <tr> <td>А) ДПТ независимого возбуждения</td> <td>1) Мягкая, резко падающая при увеличении нагрузки</td> </tr> </table>	Левый столбец (двигатель)	Правый столбец (характеристика)	А) ДПТ независимого возбуждения	1) Мягкая, резко падающая при увеличении нагрузки	ПК-1.3.1
Левый столбец (двигатель)	Правый столбец (характеристика)					
А) ДПТ независимого возбуждения	1) Мягкая, резко падающая при увеличении нагрузки					

	<p>Б) ДПТ последовательного возбуждения</p> <p>В) Асинхронный двигатель</p> <p>Г) Синхронный двигатель</p> <p>Ответ: А – 2 Б – 1 В – 3 Г – 4</p>	<p>2) Жёсткая, почти горизонтальная</p> <p>3) С гиперболической зависимостью скорости от момента</p> <p>4) Абсолютно жёсткая, скорость не зависит от нагрузки</p>	
4	<p>4 тип) Задание закрытого типа на установление последовательности.</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо.</p> <p>Установите правильную последовательность этапов пуска синхронного двигателя методом асинхронного пуска. Запишите ответ в виде последовательности букв слева направо.</p> <p>А) Подача напряжения на обмотку статора от сети Б) Вывод двигателя на синхронную скорость (скольжение $s \rightarrow 0$) В) Включение питания обмотки возбуждения постоянным током Г) Начало вращения ротора за счёт пускового момента короткозамкнутой обмотки</p> <p>Ответ: А → Г → Б → В</p>		ПК-1.3.1
5	<p>5 тип) Задание открытого типа с развернутым ответом.</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ.</p> <p>Объясните, почему запрещён пуск двигателя последовательного возбуждения на холостом ходу или с очень малой нагрузкой. Приведите физическое обоснование и возможные последствия.</p> <p>Ответ: Пуск двигателя последовательного возбуждения на холостом ходу категорически запрещён из-за риска возникновения аварийного режима, называемого «разнос».</p> <p>Физическое обоснование: В двигателе последовательного возбуждения обмотка возбуждения включена последовательно с якорем, поэтому ток возбуждения I равен току якоря I_a. Магнитный поток Φ пропорционален току: $\Phi \sim I$. При малой нагрузке ток якоря очень мал, следовательно, магнитный поток резко уменьшается.</p> <p>Скорость вращения определяется формулой: $n \sim \Phi U$</p> <p>При уменьшении Φ знаменатель стремится к нулю, а скорость стремительно возрастает. В теории — до бесконечности. На практике — до значений, при которых ротор разрушается от центробежных сил.</p>		ПК-1.3.1

6	<p>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 ответа. Какой из перечисленных типов исполнительных механизмов наиболее предпочтителен для применения в взрывоопасной среде, где запрещено использование электрических устройств?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Электродвигатель постоянного тока 2. Гидравлический цилиндр 3. Пневматический мембранный привод 4. Асинхронный двигатель с частотным преобразователем <p>Ответ: - 3)</p>	ПК-1.В.1										
7	<p>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. Какие из перечисленных требований предъявляются к исполнительным устройствам в системах автоматики? Выберите три правильных утверждения.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Высокая энергоёмкость 2. Высокая точность позиционирования 3. Быстродействие и малое время отклика 4. Простота конструкции и ремонтпригодность 5. Возможность работы без обратной связи <p>Ответ: - 2, 3, 4.</p>	ПК-1.В.1										
8	<p>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. Установите соответствие между типом исполнительного механизма и его типичным применением.</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Левый столбец (механизм)</th> <th style="text-align: left;">Правый столбец (применение)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>А) Моментный двигатель</td> <td>1) Управление заслонками в вентиляции</td> </tr> <tr> <td>Б) Пневмопривод мембранный</td> <td>2) Прямой привод в роботизированной руке</td> </tr> <tr> <td>В) Электродвигатель с редуктором</td> <td>3) Подъём тяжёлого груза на кране</td> </tr> <tr> <td>Г) Гидроцилиндр</td> <td>4) Поворот антенны с высокой точностью</td> </tr> </tbody> </table> <p>Ответ: А – 4 Б – 1 В – 3 Г – 2</p>	Левый столбец (механизм)	Правый столбец (применение)	А) Моментный двигатель	1) Управление заслонками в вентиляции	Б) Пневмопривод мембранный	2) Прямой привод в роботизированной руке	В) Электродвигатель с редуктором	3) Подъём тяжёлого груза на кране	Г) Гидроцилиндр	4) Поворот антенны с высокой точностью	ПК-1.В.1
Левый столбец (механизм)	Правый столбец (применение)											
А) Моментный двигатель	1) Управление заслонками в вентиляции											
Б) Пневмопривод мембранный	2) Прямой привод в роботизированной руке											
В) Электродвигатель с редуктором	3) Подъём тяжёлого груза на кране											
Г) Гидроцилиндр	4) Поворот антенны с высокой точностью											
9	<p>4 тип) Задание закрытого типа на установление последовательности. Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева</p>	ПК-1.В.1										

	<p>направо. Установите правильную последовательность этапов теплового расчёта исполнительного устройства. Запишите ответ в виде последовательности букв. А) Определение допустимого превышения температуры обмоток Б) Расчёт потерь мощности в активных элементах (обмотках, контактах) В) Выбор класса нагревостойкости изоляции Г) Сравнение расчётной и допустимой температуры, вывод о работоспособности Ответ: В → А → Б → Г</p>	
10	<p>5 тип) Задание открытого типа с развернутым ответом. Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. Объясните, зачем в проектировании исполнительных устройств используется моделирование в MATLAB/Simulink. Какие процессы можно смоделировать, и какие преимущества это даёт по сравнению с натурными испытаниями? Ответ: Моделирование в MATLAB/Simulink играет ключевую роль на этапе проектирования исполнительных устройств, так как позволяет анализировать динамические процессы до изготовления физического образца. Что можно смоделировать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Переходные процессы при пуске, торможении, изменении нагрузки. • Реакцию системы на управляющие сигналы (например, ПИД-регулятор). • Механические и электромагнитные характеристики двигателя. • Влияние параметров (сопротивление, индуктивность, момент инерции) на поведение системы. • Устойчивость и качество регулирования (перерегулирование, время переходного процесса). 	ПК-1.В.1
11	<p>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 ответа. Какой из перечисленных исполнительных механизмов наиболее подходит для точного позиционирования в робототехнике без использования редуктора?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором 2. Моментный двигатель 3. Пневмоцилиндр двойного действия 4. Двигатель последовательного возбуждения <p>Ответ:- 2)</p>	ПК-5.3.1
12	<p>2 тип) Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора. Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные варианты</p>	ПК-5.3.1

	<p>ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов. Какие из перечисленных режимов работы электропривода относятся к повторно-кратковременным?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Длительный режим (S1) — непрерывная работа при постоянной нагрузке 2. Кратковременный режим (S2) — работа в течение ограниченного времени без достижения теплового равновесия 3. Повторно-кратковременный режим (S3) — чередование пуска и паузы, при котором двигатель не успевает остыть 4. Режим с частыми пусками и реверсами (S7) — без пауз, с электрическим торможением 5. Холостой ход — отсутствие нагрузки на валу <p>Ответ: -3 и 4.</p>											
13	<p>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. Установите соответствие между степенью защиты IP и условиями эксплуатации, для которых она предназначена.</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left; width: 50%;">Левый столбец (степень защиты)</th> <th style="text-align: left; width: 50%;">Правый столбец (условия)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>А) IP54</td> <td>1) Полная защита от пыли, работа под водой на глубине до 1 м</td> </tr> <tr> <td>Б) IP65</td> <td>2) Защита от пыли и струй воды (например, мойка оборудования)</td> </tr> <tr> <td>В) IP67</td> <td>3) Защита от пыли и брызг воды под любым углом</td> </tr> <tr> <td>Г) IP68</td> <td>4) Защита от пыли и кратковременного погружения в воду</td> </tr> </tbody> </table> <p>Ответ: А – 3 Б – 2 В – 4 Г – 1</p>	Левый столбец (степень защиты)	Правый столбец (условия)	А) IP54	1) Полная защита от пыли, работа под водой на глубине до 1 м	Б) IP65	2) Защита от пыли и струй воды (например, мойка оборудования)	В) IP67	3) Защита от пыли и брызг воды под любым углом	Г) IP68	4) Защита от пыли и кратковременного погружения в воду	ПК-5.3.1
Левый столбец (степень защиты)	Правый столбец (условия)											
А) IP54	1) Полная защита от пыли, работа под водой на глубине до 1 м											
Б) IP65	2) Защита от пыли и струй воды (например, мойка оборудования)											
В) IP67	3) Защита от пыли и брызг воды под любым углом											
Г) IP68	4) Защита от пыли и кратковременного погружения в воду											
14	<p>4 тип) Задание закрытого типа на установление последовательности. Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо.</p> <p>Установите правильную последовательность этапов проектирования электропривода постоянного тока. Запишите ответ в виде последовательности букв.</p> <ol style="list-style-type: none"> А) Выбор типа возбуждения (независимое, последовательное, смешанное) Б) Расчёт пусковых и тормозных режимов В) Определение номинальной мощности, напряжения и скорости Г) Проектирование системы управления (преобразователь, 	ПК-5.3.1										

	<p>регулятор)</p> <p>Ответ: $A \rightarrow B \rightarrow B \rightarrow \Gamma$</p>	
15	<p>5 тип) Задание открытого типа с развернутым ответом. Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. Объясните, почему в системах автоматического управления применяются позиционеры в составе пневматических исполнительных механизмов. Как они работают и какие преимущества дают?</p> <p>Ответ: Позиционер — это устройство, устанавливаемое на пневматическом исполнительном механизме (например, мембранном приводе клапана), которое обеспечивает точное позиционирование выходного звена в соответствии с управляющим сигналом (обычно 4–20 мА или 0–10 В).</p> <p>Принцип работы: Позиционер получает электрический сигнал от регулятора, преобразует его в давление воздуха и подаёт его на привод. При этом датчик положения (реостат, индуктивный датчик) постоянно отслеживает фактическое положение штока. Если есть ошибка между заданным и фактическим положением, позиционер корректирует давление — подаёт воздух или сбрасывает его — до достижения нужного положения.</p> <p>Преимущества: Повышение точности — устраняет люфт, трение, гистерезис. Ускорение отклика — позиционер «усиливает» сигнал, что позволяет быстро заполнять полость привода. Компенсация внешних воздействий — например, изменение давления в магистрали или заедание штока. Работа в замкнутом контуре — обеспечивает обратную связь по положению. Без позиционера пневмопривод работает «вслепую» — положение зависит только от давления, что недостаточно для точного регулирования.</p>	ПК-5.3.1
16	<p>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 ответа. Какой из перечисленных факторов наиболее критичен при выборе исполнительного устройства для системы с частыми циклами «пуск — останов»?</p> <p>1. Номинальная мощность</p>	ПК-5.У.1

	<p>2. Масса устройства 3. Тепловая стойкость и допустимое число включений в час 4. Уровень шума Ответ: - 3)</p>											
17	<p>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. Какие из перечисленных функций могут выполняться современным «умным» позиционером в составе пневматического исполнительного механизма? Самодиагностика неисправностей (обрыв штока, заклинивание)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Регистрация количества циклов работы и времени наработки 2. Автоматическая настройка параметров (самокалибровка) 3. Преобразование механической энергии в электрическую 4. Управление давлением в магистрали без внешнего регулятора <p>Ответ: - 1, 2, 3.</p>	ПК-5.У.1										
18	<p>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. Вопрос 3 (Тип 3 — установление соответствия) Вопрос: Установите соответствие между типом нагрузки и рекомендуемым типом исполнительного устройства.</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Левый столбец (нагрузка)</th> <th style="text-align: center;">Правый столбец (ИУ)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>А) Высокомоментная, низкоскоростная (например, шаровая мельница)</td> <td>1) Моментный двигатель</td> </tr> <tr> <td>Б) Прецизионное позиционирование без редуктора (робот)</td> <td>2) Электродвигатель с червячным редуктором</td> </tr> <tr> <td>В) Вертикальный подъём груза с фиксацией в любом положении</td> <td>3) Пневмопривод с пружинным возвратом</td> </tr> <tr> <td>Г) Быстродействующее перемещение в упаковочной машине</td> <td>4) Линейный электродвигатель</td> </tr> </tbody> </table> <p>Ответ: А – 2 Б – 1 В – 3 Г – 4</p>	Левый столбец (нагрузка)	Правый столбец (ИУ)	А) Высокомоментная, низкоскоростная (например, шаровая мельница)	1) Моментный двигатель	Б) Прецизионное позиционирование без редуктора (робот)	2) Электродвигатель с червячным редуктором	В) Вертикальный подъём груза с фиксацией в любом положении	3) Пневмопривод с пружинным возвратом	Г) Быстродействующее перемещение в упаковочной машине	4) Линейный электродвигатель	ПК-5.У.1
Левый столбец (нагрузка)	Правый столбец (ИУ)											
А) Высокомоментная, низкоскоростная (например, шаровая мельница)	1) Моментный двигатель											
Б) Прецизионное позиционирование без редуктора (робот)	2) Электродвигатель с червячным редуктором											
В) Вертикальный подъём груза с фиксацией в любом положении	3) Пневмопривод с пружинным возвратом											
Г) Быстродействующее перемещение в упаковочной машине	4) Линейный электродвигатель											
19	<p>4 тип) Задание закрытого типа на установление последовательности. Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо. Установите правильную последовательность этапов диагностики неисправности пневматического исполнительного механизма. Запишите ответ в виде последовательности букв. А) Проверка наличия и давления сжатого воздуха Б) Визуальный осмотр на предмет утечек, повреждений</p>	ПК-5.У.1										

	<p>В) Анализ сигнала управления (4–20 мА) от регулятора Г) Проверка работоспособности электромагнитного клапана и позиционера</p> <p>Ответ: Б → А → В → Г</p>	
20	<p>5 тип) Задание открытого типа с развернутым ответом. Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. Объясните, почему в современных системах автоматики всё чаще используются электрические исполнительные устройства вместо гидравлических и пневматических. Приведите технические, экологические и экономические аргументы. Ответ: Современные тенденции в автоматизации показывают устойчивый переход от гидро- и пневмоприводов к электрическим исполнительным устройствам — это связано с рядом технических, экологических и экономических преимуществ. Технические преимущества:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Высокая точность и повторяемость — электроприводы (особенно с сервомоторами и энкодерами) обеспечивают микронную точность позиционирования. • Гибкость управления — можно программировать траектории, скорости, ускорения. • Интеграция с цифровыми системами — поддержка протоколов (Modbus, Profibus, EtherCAT) позволяет встраивать ИУ в промышленные сети. • Меньше подвижных частей — выше надёжность, меньше износа. <p>Экономические преимущества:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Снижение эксплуатационных расходов — не нужны компрессоры, насосы, трубопроводы, фильтры. • Меньше обслуживания — нет утечек масла или воздуха, не требуется замена фильтров, смазка. • Энергоэффективность — электродвигатели имеют КПД до 90%, тогда как гидравлические системы — 60–70% из-за потерь в насосах и трубопроводах. 	ПК-5.У.1
21	<p>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 ответа. Какой тип двигателя наиболее предпочтителен для применения в роботизированной системе с высоким быстродействием и прецизионным позиционированием?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором 2. Коллекторный двигатель постоянного тока 3. Бесколлекторный двигатель постоянного тока (BLDC) 4. Синхронный двигатель с демпферной обмоткой <p>Ответ: - 3)</p>	ПК-5.В.1
22	<p>2 тип) Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием</p>	ПК-5.В.1

	<p>выбора. Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов. Какие из перечисленных преимуществ даёт использование цифровых приводов (с интегрированной электроникой управления) по сравнению с аналоговыми? Выберите три правильных утверждения.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Возможность самодиагностики и передачи данных о состоянии 2. Более низкая стоимость при массовом производстве 3. Поддержка промышленных сетей (EtherCAT, PROFINET) 4. Упрощённая настройка через HMI или ПК 5. Отсутствие необходимости в датчиках обратной связи <p>Ответ: - 1, 3, 4.</p>											
23	<p>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. Установите соответствие между типом датчика обратной связи и его основным применением в системах с исполнительными устройствами.</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center; width: 50%;">Левый столбец (датчик)</th> <th style="text-align: center; width: 50%;">Правый столбец (применение)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>А) Энкодер (инкрементальный)</td> <td>1) Точное измерение угла поворота без потери данных при отключении питания</td> </tr> <tr> <td>Б) Резольвер</td> <td>2) Измерение скорости и направления вращения в агрессивной среде</td> </tr> <tr> <td>В) Абсолютный энкодер</td> <td>3) Высокнадёжное измерение в условиях высоких температур и вибраций (например, в авиации)</td> </tr> <tr> <td>Г) Тахогенератор</td> <td>4) Формирование сигнала обратной связи по скорости в аналоговых приводах</td> </tr> </tbody> </table> <p>Ответ: А – 2 Б – 3 В – 1 Г – 4</p>	Левый столбец (датчик)	Правый столбец (применение)	А) Энкодер (инкрементальный)	1) Точное измерение угла поворота без потери данных при отключении питания	Б) Резольвер	2) Измерение скорости и направления вращения в агрессивной среде	В) Абсолютный энкодер	3) Высокнадёжное измерение в условиях высоких температур и вибраций (например, в авиации)	Г) Тахогенератор	4) Формирование сигнала обратной связи по скорости в аналоговых приводах	ПК-5.В.1
Левый столбец (датчик)	Правый столбец (применение)											
А) Энкодер (инкрементальный)	1) Точное измерение угла поворота без потери данных при отключении питания											
Б) Резольвер	2) Измерение скорости и направления вращения в агрессивной среде											
В) Абсолютный энкодер	3) Высокнадёжное измерение в условиях высоких температур и вибраций (например, в авиации)											
Г) Тахогенератор	4) Формирование сигнала обратной связи по скорости в аналоговых приводах											
24	<p>4 тип) Задание закрытого типа на установление последовательности. Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо.</p> <p>Установите правильную последовательность этапов настройки частотного преобразователя для асинхронного двигателя. Запишите ответ в виде последовательности букв.</p> <ol style="list-style-type: none"> А) Ввод номинальных параметров двигателя (мощность, ток, напряжение, частота, обороты) Б) Подключение двигателя и источника питания 	ПК-5.В.1										

	<p>В) Выбор режима управления (скалярный, векторный) Г) Пуск и проверка направления вращения</p> <p>Ответ: Б → А → В → Г</p>	
25	<p>5 тип) Задание открытого типа с развернутым ответом. Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. Объясните, почему в современных системах автоматики всё чаще применяются сервоприводы вместо шаговых двигателей, несмотря на их более высокую стоимость. В чём заключаются их преимущества? Ответ: Хотя шаговые двигатели дешевле и проще в управлении, сервоприводы становятся предпочтительным выбором в современных системах автоматики благодаря ряду ключевых преимуществ, которые оправдывают их стоимость. Преимущества сервоприводов:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Обратная связь по положению и скорости <ul style="list-style-type: none"> ○ Сервопривод использует энкодер или резольвер, что позволяет точно знать текущее положение вала. ○ Шаговый двигатель работает в разомкнутом контуре — если нагрузка превысит удерживающий момент, произойдёт потеря шагов, и система «сбивается». 2. Высокая динамика и быстродействие <ul style="list-style-type: none"> ○ Сервоприводы способны ускоряться и тормозиться быстрее, так как контроллер корректирует ток в реальном времени. ○ Шаговые двигатели теряют момент на высоких скоростях. 3. Полный момент во всём диапазоне скоростей <ul style="list-style-type: none"> ○ Сервопривод развивает номинальный момент от нуля до максимальной скорости. ○ У шагового двигателя момент резко падает с ростом скорости. 4. Энергоэффективность <ul style="list-style-type: none"> ○ Сервопривод подаёт только необходимый ток. ○ Шаговый двигатель потребляет номинальный ток даже в режиме удержания, что вызывает перегрев. 5. Возможность работы в режиме «контроля момента» <ul style="list-style-type: none"> ○ Сервопривод может ограничивать момент — важно для роботов, зажимов, сборки. ○ Шаговый двигатель не умеет контролировать усилие. 6. Интеграция и диагностика <ul style="list-style-type: none"> ○ Современные сервоприводы поддерживают сети, самодиагностику, логирование. 	ПК-5.В.1

Система оценивания тестовых заданий:

1 тип) Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора считается верным, если правильно указана цифра и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответа.

Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

2 тип) Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора считается верным, если правильно указаны цифры и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответов. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

3 тип) Задание закрытого типа на установление соответствия считается верным, если установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого столбца). Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов

4 тип) Задание закрытого типа на установление последовательности считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

5 тип) Задание открытого типа с развернутым ответом считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте. Правильный ответ за задание оценивается в 3 балла, если допущена одна ошибка \ неточность \ ответ правильный, но не полный – 1 балл, если допущено более 1 ошибки \ ответ неправильный \ ответ отсутствует – 0 баллов.

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

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

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

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала.

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

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;

- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

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

Структура предоставления лекционного материала:

- 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

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

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

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

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

Требования к проведению практических занятий

Методические указания и требования к проведению практических занятий приведены в следующих источниках:

1. Тимофеев, Сергей Сергеевич (ст. преп.). Исполнительные устройства электроприводов : учебно-методическое пособие / С. С. Тимофеев ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2023

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

Задания и требования к проведению лабораторных работ приведены в следующих источниках:

1. Тимофеев, Сергей Сергеевич (ст. преп.). Исполнительные устройства электроприводов : учебно-методическое пособие / С. С. Тимофеев ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2023

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе имеет форму гипертекстового документа, содержащего задание на лабораторную работу, краткие теоретические сведения по теме работы, описание схем и алгоритмов, использованных при выполнении работы, результаты вычислительных экспериментов в виде графиков (диаграмм), а также выводы по итогам проделанной работы.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Отчет должен содержать титульный лист, а его содержание должно быть оформлено согласно ГОСТ 7.32 – 2017.

Нормативная документация, необходимая для оформления, приведена на электронном ресурсе ГУАП: <https://guap.ru/c/regdocs/docs/nir>

11.5. Методические указания для обучающихся по выполнению курсового проекта/ курсовой работы

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

Курсовой проект/ работа позволяет обучающемуся:

Структура пояснительной записки курсовой работы

Пояснительная записка курсовой работы должна содержать:

- титульный лист,
- исходные данные для выполнения работы согласно индивидуальному варианту,
- оглавление,
- введение,
- основную часть,
- заключение,
- список использованной литературы.

Требования к оформлению пояснительной записки курсовой работы

Нормативная документация, необходимая для оформления, приведена на электронном ресурсе ГУАП: <https://guap.ru/c/regdocs/docs/nir>

Методические указания по выполнению курсовой работы приведены в издании:

Проектирование электрических машин постоянного тока: учеб.-метод. пособие / И.Б. Бирюков, С.С. Тимофеев, С.С. Тимофеев, Н.В. Решетникова. – СПб.: - СПб.: ГУАП, 2025. – 126 с.

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 успеваемости (ТКУ) осуществляется путем проведения двух контрольных работ в семестре, а также путем оценки выполнения лабораторных работ.

В случае невыполнения условий ТКУ обучающийся при прохождении промежуточной аттестации не может получить оценку выше, чем «удовлетворительно».

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:

- 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».

- дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Промежуточная аттестация проводится в формате тестирования в системе дистанционного обучения ГУАП lms.guap.ru в компьютерном классе ГУАП, оснащенном соответствующим оборудованием и программным обеспечением. Тестирование содержит 20 случайных вопросов, время выполнения тестирования – 15 минут. В случае сдачи всех лабораторных и практических работ в семестре на положительную оценку применяется шкала оценивания тестирования согласно критериям оценки уровня сформированности компетенций (табл. 14). В случае, если не выполнены лабораторные и практические работы в семестре, на дифференцированном зачете и экзамене студент не может получить оценку выше, чем «удовлетворительно».

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