

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

К.Т.Н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

Н.А. Овчинникова

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«18» февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Специальные электрические машины»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	24.05.06
Наименование направления подготовки/ специальности	Системы управления летательными аппаратами
Наименование направленности/ специализации	Приборы систем управления летательных аппаратов
Форма обучения	очная
Год приема	2026

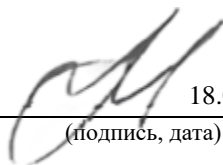
Санкт-Петербург– 2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

  
(подпись, дата)

18.02.2026

И.Н. Железняк

(инициалы, фамилия)


Программа одобрена на заседании кафедры № 32

«18» февраля 2026 г, протокол № 8

Заведующий кафедрой № 32

к.т.н., доц.

(уч. степень, звание)

  
(подпись, дата)

18.02.2026

С.В. Солёный

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №1 по методической работе

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

  
(подпись, дата)

18.02.2026

В.Е. Таратун

(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Специальные электрические машины» входит в образовательную программу высшего образования – программу специалитета по направлению подготовки/специальности 24.05.06 «Системы управления летательными аппаратами» направленности/специализации «Приборы систем управления летательных аппаратов». Дисциплина реализуется кафедрой «№32».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-1 «Способен координировать разработки деталей и узлов приборов ориентации, навигации и стабилизации летательных аппаратов в ракетно-космической промышленности»

ПК-8 «Способен представлять результаты исследований в форме отчетов, рефератов, обзоров, публикаций, докладов и заявок на изобретения»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с принципом действия, конструкцией, характеристиками и возможностями электромеханических элементов систем приборной автоматики, общей базой которых являются электромашинные устройства малой мощности, обучение студентов навыкам технически грамотного и обоснованного выбора и эффективного использования электромеханических элементов.

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

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

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

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью курса "Специальные электрические машины" является ознакомление будущих специалистов по авиационным приборным системам с принципом действия, конструкцией, характеристиками и возможностями электромеханических элементов гироскопической техники и систем приборной автоматики, общей базой которых являются электромашинные устройства малой мощности, обучение их навыкам технически грамотного и обоснованного выбора и эффективного использования электромеханических элементов.

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

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

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

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-1 Способен координировать разработки деталей и узлов приборов ориентации, навигации и стабилизации летательных аппаратов в ракетно-космической промышленности	ПК-1.3.1 знать основы проектирования и расчета элементов и узлов приборов и систем ориентации, навигации и стабилизации летательных аппаратов ПК-1.У.1 уметь выполнять необходимые расчеты, связанные с проектированием элементов и узлов приборов и систем ориентации, навигации и стабилизации летательных аппаратов ПК-1.В.1 владеть методиками проектирования, в том числе с использованием компьютерных технологий
Профессиональные компетенции	ПК-8 Способен представлять результаты исследований в форме отчетов, рефератов, обзоров, публикаций, докладов и заявок на изобретения	ПК-8.В.1 владеть навыками обобщения, формулирования и изложения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Электротехника»,
- «Прикладная механика».

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

- «Элементы гироскопических приборов и систем»,
- «Проектирование приборов и систем»,
- «Производственная преддипломная практика».

### 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
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	4/ 144	4/ 144
<b>Из них часов практической подготовки</b>	34	34
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	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)	45	45
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	31	31
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Экз.	Экз.

### 4. Содержание дисциплины

#### 4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

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

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП/КР (час)	СР (час)
Семестр 5					
Раздел 1. Общие сведения об электрических машинах малой мощности. Тема 1.1. Принцип действия и основные конструктивные элементы электрических микромашин. Тема 1.2. Основные законы электромагнитных взаимодействий. ЭДС трансформаторная и вращения, индуцируемая в контуре. Электромагнитный момент. Тема 1.3. Процесс преобразования энергии и режимы работы электрических микромашин. Основные энергетические соотношения и уравнения. Тема 1.4. Обмотки электрических машин. Классификация, основные принципы выполнения обмоток. Намагничивающие силы обмоток. Пульсирующее магнитное поле. Создание вращающегося магнитного поля	4		4		5

<p>Раздел 2. Однофазные трансформаторы</p> <p>Тема 2.1. Назначение и классификация трансформаторов. Принцип действия.</p> <p>Тема 2.2. Уравнения равновесия напряжений и намагничивающих сил реального двухобмоточного трансформатора.</p> <p>Тема 2.3. Эквивалентная схема замещения. Коэффициент полезного действия и потери в трансформаторе, нагрузочные характеристики и трансформатора.</p> <p>Тема 2.4. Специальные трансформаторы, области применения.</p>	6		4		5
<p>Раздел 3. Микродвигатели общепромышленного применения.</p> <p>Тема 3.1. Асинхронные приводные микродвигатели. Принцип действия, устройство, конструкция.</p> <p>Тема 3.2. Устройство, принцип действия и способы пуска в ход однофазных асинхронных микродвигателей</p> <p>Тема 3.3. Классификация и области применения синхронных микродвигателей</p> <p>Тема 3.4. Конструкции и особенности характеристик микродвигателей постоянного тока с параллельным, последовательным возбуждением и с возбуждением от постоянных магнитов.</p> <p>Тема 3.5. Бесконтактные двигатели постоянного тока. Структурная схем</p>	6		8		5
<p>Раздел 4. Управляемые (исполнительные) микродвигатели автоматики</p> <p>Тема 4.1. Устройство и принцип действия асинхронных управляемых двигателей. Схемы включения и способы управления.</p> <p>Тема 4.2. Механические и регулировочные характеристики. Сравнение способов управления по качеству характеристик</p> <p>Тема 4.3. Основные динамические постоянные, передаточная функция двигателя.</p> <p>Тема 4.4. Классификация, особенности конструкции управляемых двигателей постоянного тока.</p> <p>Тема 4.5. Характеристики исполнительных двигателей при якорном и полюсном управлении.</p> <p>Тема 4.6. Управляемые бесконтактные двигатели постоянного тока, способы управления.</p> <p>Тема 4.7. Устройство, принцип действия шаговых электродвигателей. Классификация, способы управления</p>	6		4		5

<p>Раздел 5. Информационные электрические микромашины</p> <p>Тема 5.1. Тахогенераторы - классификация по назначению.</p> <p>Тема 5.2. Асинхронные тахогенераторы, их устройство и принцип действия, погрешности и способы их уменьшения</p> <p>Тема 5.3. Тахогенераторы постоянного тока с электромагнитным возбуждением и с постоянными магнитами. Погрешности и пути их уменьшения.</p> <p>Тема 5.4. Синхронные тахогенераторы, основные особенности работы.</p> <p>Тема 5.5. Синхронные передачи угла, классификация сельсинов по конструкции и назначению.</p> <p>Тема 5.6. Работа сельсинов в индикаторной и трансформаторной схемах синхронной связи.</p> <p>Тема 5.7. Вращающиеся трансформаторы. Устройство, области применения, основные режимы работы.</p> <p>Тема 5.8. Погрешности вращающихся трансформаторов (ВТ) и способы их уменьшения.</p>	6		8		5
<p>Раздел 6. Электрические машины гироскопических устройств</p> <p>Тема 6.1. Особенности работы и характеристик электрических гиродвигателей.</p> <p>Тема 6.2. Конструктивные разновидности гиродвигателей.</p> <p>Тема 6.3. Требования, предъявляемые к датчикам угла, применяемым в гироскопах.</p> <p>Тема 6.4. Величины, характеризующие датчики момента. Моментные двигатели переменного и постоянного тока</p>	6		6		6
Итого в семестре:	34		34		31
Итого	34	0	34	0	31

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
<b>1</b>	<p>Раздел 1. Общие сведения об электрических машинах малой мощности.</p> <p>Тема 1.1. Принцип действия и основные конструктивные элементы электрических микромашин.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– определение и классификация электрических микромашин;</li> <li>– принцип действия электрических машин;</li> <li>– основные конструктивные элементы: статор, ротор, подшипники, щёточно-коллекторный узел, корпус, крепёжные элементы;</li> <li>– материалы, применяемые в конструкции микромашин;</li> <li>– особенности конструкции микромашин по сравнению с машинами большой мощности;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– маркировка и условные обозначения микромашин.</li> </ul> <p>Тема 1.2. Основные законы электромагнитных взаимодействий. ЭДС трансформаторная и вращения, индуцируемая в контуре. Электромагнитный момент.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– закон электромагнитной индукции Фарадея;</li> <li>– закон Ампера и сила Ампера;</li> <li>– закон Ома для магнитной цепи;</li> <li>– понятие трансформаторной ЭДС и условия её возникновения;</li> <li>– ЭДС вращения: механизм индуцирования в проводниках, движущихся в магнитном поле;</li> <li>– вывод формулы ЭДС для вращающихся машин;</li> <li>– электромагнитный момент: физическая сущность, формула расчёта.</li> </ul> <p>Тема 1.3. Процесс преобразования энергии и режимы работы электрических микромашин. Основные энергетические соотношения и уравнения.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– процесс преобразования электрической энергии в механическую и обратно;</li> <li>– режимы работы: двигательный, генераторный, тормозной;</li> <li>– энергетические диаграммы для различных режимов;</li> <li>– уравнение баланса напряжений для якоря: ;</li> <li>– уравнение моментов: ;</li> <li>– КПД микромашин и факторы, влияющие на него;</li> <li>– потери в электрических машинах: электрические, магнитные, механические, добавочные.</li> </ul> <p>Тема 1.4. Обмотки электрических машин. Классификация, основные принципы выполнения обмоток. Намагничивающие силы обмоток. Пульсирующее магнитное поле. Создание вращающегося магнитного поля</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– классификация обмоток: якорные, статорные, роторные, возбуждения;</li> <li>– однослойные и двухслойные обмотки;</li> <li>– петлевые и волновые обмотки;</li> <li>– намагничивающая сила (МДС) обмотки: расчёт и распределение в пространстве;</li> <li>– пульсирующее магнитное поле: причины возникновения, характеристики;</li> <li>– условия создания вращающегося магнитного поля: пространственный сдвиг обмоток, фазовый сдвиг токов;</li> <li>– двухфазное и трёхфазное вращающееся поле;</li> <li>– круговое, эллиптическое и пульсирующее поле;</li> <li>– влияние конструкции обмоток на форму магнитного поля.</li> </ul>
2	<p>Раздел 2. Однофазные трансформаторы</p> <p>Тема 2.1. Назначение и классификация трансформаторов. Принцип действия.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– назначение трансформаторов в электротехнике и автоматике;</li> <li>– классификация: силовые, измерительные, согласующие, специальные;</li> <li>– принцип действия трансформатора на основе закона электромагнитной индукции;</li> <li>– идеальный трансформатор: уравнения напряжений и токов;</li> <li>– коэффициент трансформации</li> </ul> <p>Тема 2.2. Уравнения равновесия напряжений и намагничивающих сил реального двухобмоточного трансформатора.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– уравнения напряжений для первичной и вторичной обмоток;</li> <li>– уравнение МДС: ;</li> <li>– ток холостого хода и его составляющие;</li> <li>– векторная диаграмма трансформатора;</li> <li>– приведение параметров вторичной обмотки к первичной.</li> </ul> <p>Тема 2.3. Эквивалентная схема замещения. Коэффициент полезного действия и потери в трансформаторе, нагрузочные характеристик и трансформатора.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Т-образная схема замещения;</li> <li>– параметры схемы замещения;</li> <li>– расчёт потерь: потери в стали, потери в обмотках;</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>– КПД трансформатора;</li> <li>– нагрузочная характеристика</li> </ul> <p>Тема 2.4. Специальные трансформаторы, области применения.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– автотрансформаторы: принцип действия, преимущества и недостатки;</li> <li>– измерительные трансформаторы тока и напряжения;</li> <li>– сварочные трансформаторы;</li> <li>– импульсные трансформаторы;</li> <li>– трансформаторы для питания электронных устройств;</li> <li>– области применения в промышленности и быту.</li> </ul>
3	<p>Раздел 3. Микродвигатели общепромышленного применения.</p> <p>Тема 3.1. Асинхронные приводные микродвигатели. Принцип действия, устройство, конструкция.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– принцип действия асинхронного двигателя;</li> <li>– конструкция статора и ротора (короткозамкнутый и фазный ротор);</li> <li>– скольжение: ;</li> <li>– механическая характеристика ;</li> <li>– пусковые свойства;</li> <li>– способы улучшения пусковых характеристик.</li> </ul> <p>Тема 3.2. Устройство, принцип действия и способы пуска в ход однофазных асинхронных микродвигателей</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– особенности работы однофазного асинхронного двигателя;</li> <li>– пусковое и рабочее поле;</li> <li>– конденсаторный пуск;</li> <li>– резистивный пуск;</li> <li>– двигатели с экранированными полюсами;</li> <li>– схемы включения.</li> </ul> <p>Тема 3.3. Классификация и области применения синхронных микродвигателей</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– классификация по способу возбуждения: с электромагнитным возбуждением, с постоянными магнитами;</li> <li>– реактивные синхронные двигатели;</li> <li>– гистерезисные двигатели;</li> <li>– области применения: прецизионные приводы, часы, приборы автоматики.</li> </ul> <p>Тема 3.4. Конструкции и особенности характеристик микродвигателей постоянного тока с параллельным, последовательным возбуждением и с возбуждением от постоянных магнитов.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– двигатель с параллельным возбуждением: характеристики, регулирование скорости;</li> <li>– двигатель с последовательным возбуждением: особенности момента и скорости;</li> <li>– двигатели с постоянными магнитами: преимущества и недостатки;</li> <li>– механические и регулировочные характеристики;</li> <li>– сравнение различных типов.</li> </ul> <p>Тема 3.5. Бесконтактные двигатели постоянного тока. Структурная схем</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– принцип работы бесколлекторного двигателя;</li> <li>– датчики положения ротора: датчики Холла, оптические;</li> <li>– электронная коммутация;</li> <li>– структурная схема: ротор, статор, датчики, контроллер, инвертор;</li> <li>– преимущества перед коллекторными двигателями</li> </ul>
4	<p>Раздел 4. Управляемые (исполнительные) микродвигатели автоматики</p> <p>Тема 4.1. Устройство и принцип действия асинхронных управляемых двигателей. Схемы включения и способы управления.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– конструкция асинхронных управляемых двигателей (двухфазные, трёхфазные);</li> <li>– принцип действия: создание вращающегося магнитного поля при подаче управляющего сигнала;</li> <li>– схемы включения: с конденсатором, с фазосдвигающими элементами;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– способы управления: амплитудное, фазовое, амплитудно-фазовое;</li> <li>– характеристики управляемости;</li> <li>– применение в системах автоматического регулирования.</li> </ul> <p>Тема 4.2. Механические и регулировочные характеристики. Сравнение способов управления по качеству характеристик</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– механическая характеристика: зависимость скорости от момента нагрузки ;</li> <li>– регулировочная характеристика: зависимость скорости от управляющего сигнала ;</li> <li>– сравнение амплитудного, фазового и амплитудно-фазового управления;</li> <li>– показатели качества управления: диапазон регулирования, линейность, быстродействие;</li> <li>– влияние нагрузки на характеристики;</li> <li>– методы улучшения характеристик (компенсация влияния нагрузки).</li> </ul> <p>Тема 4.3. Основные динамические постоянные, передаточная функция двигателя.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– электромеханическая постоянная времени ;</li> <li>– электромагнитная постоянная времени ;</li> <li>– передаточная функция двигателя как звена системы управления: ;</li> <li>– структурная схема двигателя в динамическом режиме;</li> <li>– переходные процессы при пуске и торможении;</li> <li>– влияние конструктивных параметров на динамику.</li> </ul> <p>Тема 4.4. Классификация, особенности конструкции управляемых двигателей постоянного тока.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– классификация по способу возбуждения: независимое, последовательное, смешанное, от постоянных магнитов;</li> <li>– особенности конструкции: малоинерционные якоря, печатные обмотки, дисковые якоря;</li> <li>– материалы для высокودинамичных двигателей;</li> <li>– преимущества и недостатки различных конструкций;</li> <li>– области применения в системах автоматики.</li> </ul> <p>Тема 4.5. Характеристики исполнительных двигателей при якорном и полюсном управлении.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– якорное управление: изменение напряжения на якоре при постоянном потоке возбуждения;</li> <li>– полюсное управление: изменение тока возбуждения при постоянном напряжении на якоре;</li> <li>– механические характеристики при различных способах управления;</li> <li>– регулировочные характеристики;</li> <li>– сравнительный анализ способов управления по КПД, диапазону регулирования, быстродействию;</li> <li>– влияние температуры на характеристики.</li> </ul> <p>Тема 4.6. Управляемые бесконтактные двигатели постоянного тока, способы управления.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– принцип работы бесколлекторных двигателей;</li> <li>– датчики положения ротора: датчики Холла, оптические, индукционные;</li> <li>– электронная коммутация: транзисторные ключи, инверторы;</li> <li>– способы управления: широтно-импульсная модуляция (ШИМ), векторное управление;</li> <li>– алгоритмы коммутации;</li> <li>– преимущества перед коллекторными двигателями: надёжность, долговечность, отсутствие искрения.</li> </ul> <p>Тема 4.7. Устройство, принцип действия шаговых электродвигателей. Классификация, способы управления</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– принцип действия шагового двигателя: дискретное перемещение ротора;</li> <li>– типы шаговых двигателей: реактивные, с постоянными магнитами, гибридные;</li> </ul>
--	--

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– конструкции роторов и статоров;</li> <li>– способы управления: полношаговый, полушаговый, микрошаговый;</li> <li>– диаграммы коммутации обмоток;</li> <li>– статический и динамический синхронизирующий момент;</li> <li>– проблемы потери шага и методы их устранения;</li> <li>– применение в прецизионных приводах.</li> </ul>
5	<p>Раздел 5. Информационные электрические микромашины</p> <p>Тема 5.1. Тахогенераторы - классификация по назначению.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– определение и назначение тахогенераторов;</li> <li>– классификация: постоянного тока, асинхронные, синхронные;</li> <li>– требования к точности и линейности характеристик;</li> <li>– области применения: системы измерения скорости, обратной связи в электроприводах.</li> </ul> <p>Тема 5.2. Асинхронные тахогенераторы, их устройство и принцип действия, погрешности и способы их уменьшения</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– конструкция: двухфазная статорная обмотка, короткозамкнутый ротор;</li> <li>– принцип действия на основе трансформаторной ЭДС;</li> <li>– выходная характеристика: ;</li> <li>– источники погрешностей: нелинейность, асимметрия обмоток, влияние температуры;</li> <li>– методы уменьшения погрешностей: симметрирование обмоток, термокомпенсация.</li> </ul> <p>Тема 5.3. Тахогенераторы постоянного тока с электромагнитным возбуждением и с постоянными магнитами. Погрешности и пути их уменьшения.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– конструкция с электромагнитным возбуждением;</li> <li>– конструкция с постоянными магнитами;</li> <li>– выходная характеристика и её линейность;</li> <li>– погрешности: реакция якоря, щёточный контакт, температурные изменения;</li> <li>– методы компенсации погрешностей: выбор материалов, стабилизация возбуждения.</li> </ul> <p>Тема 5.4. Синхронные тахогенераторы, основные особенности работы.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– конструкция: ротор с постоянными магнитами или электромагнитным возбуждением;</li> <li>– принцип действия: генерация переменного напряжения с частотой, пропорциональной скорости;</li> <li>– выходная характеристика: частота , амплитуда ;</li> <li>– достоинства и недостатки по сравнению с другими типами тахогенераторов.</li> </ul> <p>Тема 5.5. Синхронные передачи угла, классификация сельсинов по конструкции и назначению.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– назначение сельсинов: передача углового положения на расстояние;</li> <li>– классификация: однофазные, трёхфазные; контактные и бесконтактные;</li> <li>– типы: сельсин-датчик, сельсин-приёмник, дифференциальный сельсин;</li> <li>– конструктивные особенности: обмотка возбуждения, синхронизирующая обмотка.</li> </ul> <p>Тема 5.6. Работа сельсинов в индикаторной и трансформаторной схемах синхронной связи.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– индикаторная схема: непосредственное отображение угла;</li> <li>– трансформаторная схема: выдача сигнала рассогласования;</li> <li>– точность передачи угла;</li> <li>– динамические характеристики;</li> <li>– применение в системах дистанционного управления.</li> </ul> <p>Тема 5.7. Вращающиеся трансформаторы. Устройство, области применения, основные режимы работы.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– конструкция: статор и ротор с обмотками, контактные кольца или бесконтактная связь;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– режимы работы: синусно-косинусный, линейный, масштабный;</li> <li>– математические зависимости выходных напряжений от угла поворота;</li> <li>– применение в аналого-цифровых преобразователях, системах ЧПУ.</li> </ul> <p>Тема 5.8. Погрешности вращающихся трансформаторов (ВТ) и способы их уменьшения.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– виды погрешностей: угловая, амплитудная, фазовая;</li> <li>– причины возникновения: асимметрия обмоток, нелинейность магнитной цепи, влияние нагрузки;</li> <li>– методы калибровки и компенсации погрешностей;</li> <li>– современные ВТ с повышенной точностью.</li> </ul>
<b>6</b>	<p>Раздел 6. Электрические машины гироскопических устройств</p> <p>Тема 6.1. Особенности работы и характеристик электрических гиродвигателей.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– требования к гиродвигателям: высокая стабильность скорости, малый момент инерции;</li> <li>– рабочие режимы: продолжительный с постоянной скоростью;</li> <li>– характеристики: момент, мощность, точность поддержания скорости;</li> <li>– влияние внешних факторов (температура, вибрации).</li> </ul> <p>Тема 6.2. Конструктивные разновидности гиродвигателей.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– асинхронные гиродвигатели: конструкция, особенности;</li> <li>– синхронные гиродвигатели с постоянными магнитами;</li> <li>– двигатели с гироскопическим подвесом;</li> <li>– материалы и технологии изготовления;</li> <li>– системы охлаждения.</li> </ul> <p>Тема 6.3. Требования, предъявляемые к датчикам угла, применяемым в гироскопах.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– высокая точность измерения угла;</li> <li>– разрешение и дискретность показаний;</li> <li>– стабильность характеристик во времени и при изменении условий эксплуатации;</li> <li>– малые габариты и масса;</li> <li>– устойчивость к вибрациям и ударам.</li> </ul> <p>Тема 6.4. Величины, характеризующие датчики момента. Моментные двигатели переменного и постоянного тока</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные параметры датчиков момента: чувствительность, диапазон измерений, линейность;</li> <li>– моментные двигатели постоянного тока: конструкция, принцип действия;</li> <li>– моментные двигатели переменного тока: синхронные и асинхронные варианты;</li> <li>– способы создания момента: электромагнитный, магнитоэлектрический;</li> <li>– применение в системах стабилизации гироскопов.</li> </ul>

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 5				
1	Испытания однофазного трансформатора	4	4	1
2	Исследование управляемого двигателя постоянного тока	4	4	2
3	Исследование управляемого асинхронного двигателя	4	4	3
4	Исследование бесконтактного двигателя постоянного тока	4	4	3
5	Исследование характеристик синхронной передачи угла на сельсинах в индикаторном и трансформаторном режимах	4	4	4
6	Исследование характеристик вращающихся трансформаторов в режиме СКВТ	4	4	5
7	Исследование асинхронного тахогенератора	4	4	5
8	Исследование асинхронного гиродвигателя	6	6	6
Всего		34	34	

#### 4.5. Выполнение курсового проекта/ курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

#### 4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 5, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	11	11
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	10	10
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	10	10
Всего:	31	31

### 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)
[681.511 – К34]	Келим Ю.М. Типовые элементы систем автоматического управления. Учебное пособие. М.: ФОРУМ-ИНФРА-М, 2004 383с	80
[621.313; 681.5 – К30]	Кацман М.М. Электрические машины автоматических устройств. Учебное пособие. –М.: ФОРУМ: Инфра-М, 2002 264с	20
[621.313 – Х95]	Хрущев В.В. Электрические машины систем автоматики. Л., Энергоатомиздат, 1985, 385с	25

#### 7. Перечень электронных образовательных ресурсов

информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

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

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

URL адрес	Наименование
<a href="https://pro.guap.ru/">https://pro.guap.ru/</a>	Элементы электронного курса по дисциплине размещены внутри ЭИОС ГУАП «Интегрированная среда обучения».
<a href="https://lms.guap.ru">https://lms.guap.ru</a>	Видеокурс лекций с мультимедийными презентациями по дисциплине размещен системе дистанционного обучения ГУАП.

#### 8. Перечень информационных технологий

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

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

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

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
-------	--------------

1	Электронный каталог библиотеки ГУАП с доступом к базе полнотекстовых изданий ( <a href="https://lib.guap.ru/">https://lib.guap.ru/</a> ), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП.
2	Научная электронная библиотека «eLIBRARY» ( <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a> ), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
3	ЭБС «Лань» ( <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a> ), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
4	ЭБС Znanium ( <a href="https://znanium.ru/">https :// znanium . ru /</a> ), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам 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 (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	Лаборатория электрических машин: – специализированная мебель; Лабораторное оборудование: Электрическая машина постоянного тока с последовательным возбуждением, с параллельным возбуждением, с независимым возбуждением, Асинхронная электрическая машина с короткозамкнутым ротором, синхронная электрическая машина, однофазный трансформатор. Обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети или точке доступа WiFi.	31-02 (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	Список вопросов к экзамену; 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	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 для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов для экзамена	Код индикатора
1	Дайте определение электрических микромашин и приведите их классификацию.	ПК-1.3.1
2	Перечислите основные конструктивные элементы электрических микромашин и укажите их назначение.	ПК-1.3.1



3	Сформулируйте законы электромагнитных взаимодействий, лежащие в основе работы электрических машин.	ПК-1.3.1
4	Запишите формулы для расчёта трансформаторной ЭДС и ЭДС вращения.	ПК-1.3.1
5	Запишите уравнение баланса напряжений для якоря электрической машины и поясните каждый член уравнения.	ПК-1.3.1
6	Перечислите виды потерь в электрических машинах и предложите способы их снижения.	ПК-1.3.1
7	Объясните принцип действия электрической микромашины на примере простейшей модели.	ПК-1.3.1
8	Рассчитайте ЭДС, индуцируемую в контуре при заданных параметрах магнитного поля и скорости движения.	ПК-1.3.1
9	Постройте и проанализируйте энергетическую диаграмму для двигательного режима микромашины.	ПК-1.3.1
10	Определите электромагнитный момент для заданных параметров тока и магнитного потока.	ПК-1.3.1
11	Классифицируйте обмотки электрических машин по трём различным признакам.	ПК-1.3.1
12	Постройте распределение намагничивающей силы обмотки в пространстве для заданной конфигурации.	ПК-1.3.1
13	Прочитайте условные обозначения микромашин на предоставленной схеме.	ПК-1.3.1
14	Рассчитайте параметры магнитного поля в воздушном зазоре электрической машины.	ПК-1.3.1
15	Проанализируйте режимы работы электрической микромашины по её характеристикам.	ПК-1.3.1
16	Постройте векторную диаграмму для заданного режима работы микромашины.	ПК-1.У.1
17	Определите КПД микромашины экспериментальным путём по результатам измерений.	ПК-1.У.1
18	Предложите конструктивные изменения для снижения потерь в конкретной микромашине.	ПК-1.У.1
19	Дайте определение трансформатора и перечислите его основные типы.	ПК-1.У.1
20	Объясните принцип действия однофазного трансформатора с использованием закона электромагнитной индукции.	ПК-1.У.1
21	Запишите уравнения равновесия напряжений и намагничивающих сил для реального двухобмоточного трансформатора.	ПК-1.У.1
22	Нарисуйте эквивалентную схему замещения трансформатора и обозначьте все параметры.	ПК-1.У.1
23	Рассчитайте КПД трансформатора при заданной нагрузке и известных потерях.	ПК-1.У.1
24	Опишите особенности конструкции и применения автотрансформатора.	ПК-1.У.1
25	Составьте уравнения напряжений для первичной и вторичной обмоток трансформатора.	ПК-1.У.1
26	Постройте векторную диаграмму трансформатора для режима нагрузки.	ПК-1.У.1
27	Рассчитайте потери в стали и обмотках трансформатора при номинальной нагрузке.	ПК-1.У.1
28	Постройте нагрузочную характеристику трансформатора по	ПК-1.У.1

	экспериментальным данным.	
29	Выберите тип трансформатора для питания конкретного электронного устройства.	ПК-1.У.1
30	Объясните работу измерительного трансформатора тока и укажите его особенности.	ПК-1.У.1
31	Объясните принцип действия асинхронного приводного микродвигателя.	ПК-1.В.1
32	Опишите конструкцию статора и ротора асинхронного микродвигателя с короткозамкнутым ротором.	ПК-1.В.1
33	Рассчитайте скольжение асинхронного двигателя при заданных скоростях вращения.	ПК-1.В.1
34	Постройте механическую характеристику асинхронного двигателя и отметьте характерные точки.	ПК-1.В.1
35	Опишите способы пуска однофазного асинхронного микродвигателя и сравните их эффективность.	ПК-1.В.1
36	Классифицируйте синхронные микродвигатели по способу возбуждения.	ПК-1.В.1
37	Опишите принцип работы и конструкцию синхронного микродвигателя с постоянными магнитами.	ПК-1.В.1
38	Сравните механические характеристики микродвигателей постоянного тока с параллельным и последовательным возбуждением.	ПК-1.В.1
39	Опишите конструкцию бесколлекторного двигателя постоянного тока	ПК-1.В.1
40	Постройте структурную схему бесколлекторного двигателя и объясните назначение каждого элемента.	ПК-1.В.1
41	Рассчитайте пусковой момент асинхронного микродвигателя по его паспортным данным.	ПК-1.В.1
42	Определите оптимальную схему пуска для заданного однофазного асинхронного микродвигателя.	ПК-1.В.1
43	Проанализируйте область применения реактивного синхронного микродвигателя.	ПК-1.В.1
44	Сравните массогабаритные показатели микродвигателей с электромагнитным возбуждением и с постоянными магнитами.	ПК-1.В.1
45	Объясните принцип работы электронной коммутации в бесколлекторном двигателе.	ПК-1.В.1
46	Опишите устройство и принцип действия асинхронного управляемого двигателя.	ПК-8.В.1
47	Нарисуйте схему включения асинхронного управляемого двигателя с конденсатором.	ПК-8.В.1
48	Сравните амплитудное и фазовое управление асинхронным управляемым двигателем по качеству характеристик.	ПК-8.В.1
49	Рассчитайте электромеханическую постоянную времени для двигателя.	ПК-8.В.1
50	Запишите передаточную функцию управляемого двигателя как звена системы управления.	ПК-8.В.1
51	Классифицируйте управляемые двигатели постоянного тока по способу возбуждения.	ПК-8.В.1
52	Опишите особенности конструкции малоинерционного якоря.	ПК-8.В.1
53	Постройте механические характеристики управляемого двигателя при якорном управлении.	ПК-8.В.1
54	Сравните якорное и полюсное управление по диапазону регулирования скорости.	ПК-8.В.1

55	Опишите принцип работы бесконтактного двигателя постоянного тока с датчиками Холла.	ПК-8.В.1
56	Нарисуйте алгоритм коммутации фаз в бесколлекторном двигателе.	ПК-8.В.1
57	Объясните принцип действия шагового электродвигателя.	ПК-8.В.1
58	Классифицируйте шаговые двигатели по конструкции ротора.	ПК-8.В.1
59	Опишите способ микрошагового управления шаговым двигателем и его преимущества.	ПК-8.В.1
60	Рассчитайте статический синхронизирующий момент для заданного шагового двигателя.	ПК-8.В.1

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

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

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

Перечень тем для 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
<i>1 тип. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа</i> Инструкция: Прочитайте текст и выберите правильный ответ		
1	Какой элемент двигателя постоянного тока обеспечивает изменение направления тока в обмотке якоря при его вращении? А) Щетки Б) Коллектор В) Полюсы Г) Якорь	ПК-1.3.1
2	Какой тип тахогенератора постоянного тока обеспечивает минимальную пульсацию выходного напряжения? А) Коллекторный с двухполюсным возбуждением Б) Многополюсный коллекторный В) Бесколлекторный с электронным преобразованием Г) Якорный с независимым возбуждением	ПК-1.У.1
3	В каком режиме обычно работает вращающийся трансформатор при использовании в системах дистанционной передачи угла? А) Режим короткого замыкания Б) Режим холостого хода В) Нагрузочный режим Г) Симметрированный режим	ПК-1.В.1
4	Какой способ управления используется для асинхронных двигателей в частотно-регулируемых электроприводах? А) Изменение напряжения питания	ПК-8.В.1

	Б) Изменение числа пар полюсов В) Изменение частоты питающего напряжения Г) Изменение активного сопротивления ротора	
2 тип. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответов Инструкция: Прочитайте текст и выберите правильные варианты ответа		
5	Какие режимы работы могут быть у электрических машин в системах автоматики? А) Двигательный режим Б) Генераторный режим В) Режим торможения Г) Резонансный режим Д) Непрерывный режим	ПК-1.3.1
6	Какие особенности характерны для бесконтактных двигателей постоянного тока? А) Используют коллекторно-щеточный узел Б) Не имеют щеток и коллектора В) Управляются с помощью датчика положения ротора Г) Питание осуществляется от источника переменного тока Д) Обладают высокой надежностью и долговечностью	ПК-1.У.1
7	Какие режимы работы возможны в системах дистанционной передачи угла на сельсинах? А) Индикаторный режим Б) Трансформаторный режим В) Компенсационный режим Г) Генераторный режим Д) Режим самоторможения	ПК-1.В.1
8	Какие требования предъявляются к управляемым электродвигателям в системах автоматики? А) Высокая скорость реакции Б) Большой момент инерции ротора В) Линейная зависимость момента от управляющего сигнала Г) Самозапуск без внешнего управления Д) Отсутствие зоны нечувствительности	ПК-8.В.1
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		
9	Соотнесите тип двигателя с характерным способом его управления: Двигатель А) Двигатель постоянного тока Б) Асинхронный двигатель В) Синхронный двигатель Г) Управляемый двигатель переменного тока Способ управления 1) Изменение частоты питающего напряжения 2) Изменение напряжения якоря 3) Фазовое управление 4) Поддержание синхронизма по частоте	ПК-1.3.1
10	Соотнесите устройство с его основной функцией: Устройство А) Шаговый двигатель Б) Сельсин В) Вращающийся трансформатор Г) Бесконтактный двигатель	ПК-1.У.1

	<p>Функция</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Передача угла поворота на расстояние</li> <li>2) Преобразование электрического сигнала в угол поворота без обратной связи</li> <li>3) Измерение угла поворота с высокой точностью</li> <li>4) Поворот вала на определённый угол по команде импульса</li> </ol>	
11	<p>Соотнесите тип тахогенератора с его характеристикой:</p> <p>Тип тахогенератора</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>А) Тахогенератор постоянного тока</li> <li>Б) Тахогенератор переменного тока</li> <li>В) Коллекторный тахогенератор</li> <li>Г) Бесколлекторный тахогенератор</li> </ol> <p>Характеристика</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Чувствителен к частоте вращения</li> <li>2) Выходное напряжение зависит от полярности вращения</li> <li>3) Имеет пульсации выходного напряжения</li> <li>4) Обеспечивает минимальные пульсации</li> </ol>	ПК-1.В.1
12	<p>Соотнесите тип электрической машины с физическим принципом её работы:</p> <p>Тип машины</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>А) Двигатель постоянного тока</li> <li>Б) Асинхронный двигатель</li> <li>В) Синхронный двигатель</li> <li>Г) Тахогенератор</li> </ol> <p>Принцип работы</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Электромагнитная индукция</li> <li>2) Взаимодействие постоянного магнита и обмотки</li> <li>3) Вращающееся магнитное поле и скольжение</li> <li>4) Эффект возникновения ЭДС при вращении в магнитном поле</li> </ol>	ПК-8.В.1
<p><i>4 тип. Задание закрытого типа на установление последовательности</i></p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо</p>		
13	<p>Расположите этапы образования вращающегося магнитного поля в трёхфазной обмотке статора в правильной последовательности:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>А) Магнитные потоки от обмоток суммируются векторно</li> <li>Б) Токи протекают по трём сдвинутым на <math>120^\circ</math> обмоткам</li> <li>В) Создаётся результирующее вращающееся магнитное поле</li> <li>Г) В каждой обмотке формируется переменный магнитный поток</li> </ol>	ПК-1.3.1
14	<p>Расположите этапы работы шагового двигателя при подаче управляющих сигналов в правильном порядке:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>А) Подается напряжение на следующую фазу обмотки</li> <li>Б) Происходит дискретный поворот ротора</li> <li>В) Формируется новое положение магнитного поля статора</li> <li>Г) Ротор занимает положение, соответствующее минимальному магнитному сопротивлению</li> </ol>	ПК-1.У.1
15	<p>Установите правильную последовательность процесса передачи угла поворота в индикаторном режиме сельсинов:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>А) Принимающий сельсин устанавливается под действием тока</li> <li>Б) Передающий сельсин поворачивается на определённый угол</li> <li>В) Возникает ток в обмотках синхронизации</li> <li>Г) Угол поворота повторяется на принимающем устройстве</li> </ol>	ПК-1.В.1
16	<p>Расположите этапы преобразования механической величины во</p>	ПК-8.В.1

	входной сигнал тахогенератора постоянного тока: А) Якорь начинает вращаться в магнитном поле Б) На выходе возникает ЭДС, пропорциональная скорости вращения В) Тахогенератор соединяется с валом механизма Г) Магнитное поле создаётся обмоткой возбуждения или постоянными магнитами	
5 тип. Задание открытого типа с развернутым ответом Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ или напишите пропущенное слово/словосочетание		
17	Принцип действия двигателя ... тока основан на взаимодействии магнитного поля статора и электрического тока в обмотке якоря.	ПК-1.3.1
18	... работает с постоянной скоростью, равной синхронной частоте вращения, которая зависит от частоты питающего напряжения и числа пар полюсов	ПК-1.У.1
19	... преобразует угол поворота ротора в электрически сигнал, который используется для точного измерения положения вала.	ПК-1.В.1
20	... двигатель преобразует управляющие импульсные сигналы в дискретные угловые перемещения ротора.	ПК-8.В.1

Примечание: Система оценивания тестовых заданий.

**1-й тип.** Задание закрытого типа с выбором одного верного ответа считается верным, если правильно указана цифра ответа.

Полное совпадение с верным ответом – 1 балл.

Неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

**2-й тип.** Задание закрытого типа с выбором нескольких вариантов ответа считается верным, если правильно указаны цифры ответов.

Полное совпадение с верным ответом – 1 балл.

Если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

**3-й 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 – 1 балл.

Неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

**4-й тип.** Задание закрытого типа на установление последовательности считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр.

Полное совпадение с верным ответом – 1 балл.

Если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

**5-й 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

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

1. 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. Собранный 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 соответствии с установленной формой.

#### 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](http://new.guap.ru)).



11.5. Методические указания для обучающихся по выполнению курсового проекта/ курсовой 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;
- устный опрос по практическим занятиям;
- письменное выполнение заданий лабораторных работ с защитой отчетов;
- письменный опрос в форме тестирования.

В течение семестра обучающиеся загружают в ЭИОС ГУАП отчётные материалы, в соответствии с установленными НПП требованиями и методами проведения ТКУ, а НПП оценивают загруженные материалы. Оценка, сделанная НПП, зарегистрированным под своим логином и паролем, является оценкой результатов ТКУ.

Для текущего контроля успеваемости используются комплекты тестовых заданий по темам. Тест состоит из 20 вопросов. Время выполнения 40 минут. Тест считается сданным, если выполнено не менее 60% заданий. Результаты текущего контроля сообщаются студентам непосредственно на следующем занятии.

Результаты текущего контроля успеваемости учитываются при проведении промежуточной аттестации. При непрохождении текущего контроля студенту ставится оценка «неудовлетворительно».

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».

Промежуточная аттестация оценивается по результатам текущего контроля успеваемости и проводится в форме экзамена. Экзамен проводится в смешанной форме по вопросам, представленным в таблице 15, в виде подготовки и изложения развёрнутого ответа. Время на подготовку ответа - 90 минут.

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