

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

Кафедра № 32


УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

О.Я. Солёная

 (инициалы, фамилия)

(подпись)

«18» февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ


«Электрические машины»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	13.03.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Электроэнергетика и электротехника
Наименование направленности/ специализации	Цифровая энергетика
Форма обучения	заочная
Год приема	2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к.т.н.  
(должность, уч. степень, звание)

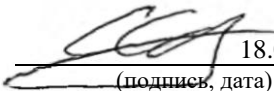
  
18.02.2026  
(подпись, дата)

А.Г. Филин  
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 32  
«18» февраля 2026 г, протокол № 8

Заведующий кафедрой № 32

к.т.н., доц.  
(уч. степень, звание)

  
18.02.2026  
(подпись, дата)

С.В. Солёный  
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

доц., к.т.н.  
(должность, уч. степень, звание)

  
18.02.2026  
(подпись, дата)

Н.В. Решетникова  
(инициалы, фамилия)

## Аннотация

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

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-4 «Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин»

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

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с электромагнитными и электромеханическими процессами, проходящими внутри электромеханических преобразователей энергии переменного и постоянного тока

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

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена (6 семестр), экзамена (7 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Получение обучающимися необходимых знаний основ теории электрических машин, ознакомление с устройством, существующими типами, их характеристиками и особенностями применения.

1.2. Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

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

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

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-4.Д.5 анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, использует знание их режимов работы и характеристик
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией	ПК-3.Д.1 выполняет сбор и анализ данных для проектирования объектов профессиональной деятельности ПК-3.Д.2 разрабатывает эскизные и рабочие чертежи графической части рабочей и проектной документации ПК-3.Д.3 использует средства автоматизированного проектирования для оформления рабочей документации объектов профессиональной деятельности ПК-3.Д.4 осуществляет контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам ПК-3.Д.5 выполняет расчеты для проектирования объектов профессиональной деятельности

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Физика»,
- «Электротехника».

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

- «Электрический привод».

### 3. Объем и трудоемкость дисциплины

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

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам	
		№6	№7
1	2	3	4
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	7/ 252	3/ 108	4/ 144
<b>Из них часов практической подготовки</b>	12	5	7
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	42	20	22
в том числе:			
лекции (Л), (час)	18	10	8
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	2		2
лабораторные работы (ЛР), (час)	18	10	8
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)	4		4
экзамен, (час)	18	9	9
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	192	79	113
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> 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)
<b>Семестр 6</b>					
Раздел 1. Общие вопросы электромеханического преобразования энергии Тема 1.1. Электромеханические преобразователи энергии (ЭМПЭ): определение, классификация, области применения Тема 1.2. Основные законы электромагнетизма Тема 1.3. Силы, действующие в электромеханических системах. Тема 1.4. Условия непрерывного преобразования энергии в ЭМПЭ, основные типы электрических машин переменного и постоянного тока	2		0		20
Раздел 2. Вопросы теории машин постоянного тока Тема 2.1. Принцип работы и устройство машин постоянного тока Тема 2.2. Конструкция машин постоянного тока Тема 2.3. Математические модели и физические процессы машин постоянного тока Тема 2.4. Генераторы постоянного тока Тема 2.5. Двигатели постоянного тока	3		3		20

Раздел 3. Вопросы теории трансформаторов Тема 3.1. Принцип работы и устройство трансформаторов Тема 3.2. Конструкция трансформаторов Тема 3.3. Математические модели и физические процессы трансформаторов	2		4		20
Раздел 4. Вопросы теории асинхронных машин Тема 4.1. Принцип работы и устройство асинхронных машин Тема 4.2. Конструкция асинхронных машин Тема 4.3. Математические модели и физические процессы асинхронных машин Тема 4.4. Асинхронная машина в режиме генератора Тема 4.5. Асинхронная машина в режиме двигателя	3		3		19
Итого в семестре:	10		10		79
<b>Семестр 7</b>					
Раздел 5. Вопросы теории синхронных машин Тема 5.1. Принцип работы и устройство синхронных машин Тема 5.2. Конструкция синхронных машин Тема 5.3. Математические модели и физические процессы синхронных машин Тема 5.4. Синхронная машина в режиме генератора Тема 5.5. Синхронная машина в режиме двигателя Тема 5.6. Синхронная машина в режиме вентильного двигателя	8	2	8		33
Выполнение курсового проекта				4	80
Итого в семестре:	8	2	8	4	113
Итого	18	2	18	4	192

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 вопросы электромеханического преобразования энергии</p> <p>Тема 1.1. Электромеханические преобразователи энергии (ЭМПЭ): определение, классификация, области применения</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– понятие электромеханического преобразователя энергии;</li> <li>– сущность электромеханического преобразования энергии;</li> <li>– преобразование электрической энергии в механическую;</li> <li>– преобразование механической энергии в электрическую;</li> <li>– принцип обратимости электромеханических преобразователей;</li> <li>– электрические машины как основные электромеханические преобразователи;</li> </ul> <p>Тема 1.2. Основные законы электромагнетизма</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– электромагнитное поле как физическая основа работы электрических машин;</li> <li>– магнитное поле проводника с током;</li> <li>– магнитная индукция;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– напряжённость магнитного поля;</li> <li>– магнитный поток;</li> </ul> <p>Тема 1.3. Силы, действующие в электромеханических системах.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– виды сил в электромеханических системах;</li> <li>– электромагнитные силы;</li> <li>– механические силы;</li> <li>– силы трения;</li> <li>– инерционные силы;</li> <li>– упругие силы;</li> <li>– сила Ампера в проводнике с током;</li> <li>– сила Лоренца;</li> <li>– электромагнитный момент;</li> <li>– момент сопротивления нагрузки;</li> </ul> <p>Тема 1.4. Условия непрерывного преобразования энергии в ЭМПЭ, основные типы электрических машин переменного и постоянного тока</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– условия непрерывного электромеханического преобразования энергии;</li> <li>– наличие магнитного поля;</li> <li>– наличие проводников с током или изменяющегося магнитного потока;</li> <li>– относительное движение магнитного поля и проводников;</li> <li>– создание непрерывного электромагнитного момента;</li> <li>– роль коммутатора в машинах постоянного тока;</li> <li>– роль вращающегося магнитного поля в машинах переменного тока;</li> <li>– понятие генераторного режима;</li> </ul>
<p><b>2</b></p>	<p>Раздел 2. Вопросы теории машин постоянного тока</p> <p>Тема 2.1. Принцип работы и устройство машин постоянного тока</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– назначение машины постоянного тока;</li> <li>– принцип действия машины постоянного тока;</li> <li>– генераторный режим машины постоянного тока;</li> <li>– двигательный режим машины постоянного тока;</li> <li>– принцип обратимости машины постоянного тока;</li> <li>– создание основного магнитного поля;</li> </ul> <p>Тема 2.2. Конструкция машин постоянного тока</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– конструктивная схема машины постоянного тока;</li> <li>– станина машины постоянного тока;</li> <li>– главные полюса;</li> <li>– добавочные полюса;</li> <li>– полюсные наконечники;</li> <li>– обмотка возбуждения;</li> <li>– якорь машины постоянного тока;</li> <li>– сердечник якоря;</li> <li>– пазы якоря;</li> </ul> <p>Тема 2.3. Математические модели и физические процессы машин постоянного тока</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– электрическое уравнение цепи якоря;</li> <li>– электрическое уравнение цепи возбуждения;</li> <li>– уравнение ЭДС машины постоянного тока;</li> <li>– уравнение электромагнитного момента;</li> <li>– механическое уравнение движения;</li> <li>– математическая модель двигателя постоянного тока;</li> <li>– математическая модель генератора постоянного тока;</li> <li>– передаточная функция двигателя постоянного тока;</li> </ul> <p>Тема 2.4. Генераторы постоянного тока</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– назначение генераторов постоянного тока;</li> <li>– принцип действия генератора постоянного тока;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– классификация генераторов постоянного тока по способу возбуждения;</li> <li>– генератор с независимым возбуждением;</li> <li>– генератор с параллельным возбуждением;</li> <li>– генератор с последовательным возбуждением;</li> <li>– генератор со смешанным возбуждением;</li> <li>Тема 2.5. Двигатели постоянного тока</li> <li>– назначение двигателей постоянного тока;</li> <li>– принцип действия двигателя постоянного тока;</li> <li>– классификация двигателей постоянного тока по способу возбуждения;</li> <li>– двигатель с независимым возбуждением;</li> <li>– двигатель с параллельным возбуждением;</li> <li>– двигатель с последовательным возбуждением;</li> <li>– двигатель со смешанным возбуждением;</li> <li>– электрическая схема двигателя постоянного тока;</li> <li>– противо-ЭДС двигателя;</li> </ul>
<b>3</b>	<p>Раздел 3. Вопросы теории трансформаторов</p> <p>Тема 3.1. Принцип работы и устройство трансформаторов</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– назначение трансформатора;</li> <li>– трансформатор как статический электромагнитный преобразователь;</li> <li>– принцип электромагнитной индукции в трансформаторе;</li> <li>– первичная обмотка;</li> <li>– вторичная обмотка;</li> <li>– магнитопровод трансформатора;</li> <li>– основной магнитный поток;</li> </ul> <p>Тема 3.2. Конструкция трансформаторов</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– конструктивная схема трансформатора;</li> <li>– магнитопровод трансформатора;</li> <li>– стержневой магнитопровод;</li> <li>– броневой магнитопровод;</li> <li>– шихтованный магнитопровод;</li> <li>– материал магнитопровода;</li> </ul> <p>Тема 3.3. Математические модели и физические процессы трансформаторов</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– уравнения напряжений трансформатора;</li> <li>– уравнение магнитного потока;</li> <li>– уравнение ЭДС трансформатора;</li> <li>– приведённый трансформатор;</li> <li>– приведение параметров вторичной обмотки к первичной стороне;</li> <li>– схема замещения трансформатора;</li> </ul>
<b>4</b>	<p>Раздел 4. Вопросы теории асинхронных машин</p> <p>Тема 4.1. Принцип работы и устройство асинхронных машин</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– назначение асинхронной машины;</li> <li>– принцип действия асинхронной машины;</li> <li>– вращающееся магнитное поле статора;</li> <li>– индуцирование ЭДС в роторе;</li> <li>– ток ротора;</li> <li>– взаимодействие магнитного поля и тока ротора;</li> <li>– возникновение электромагнитного момента;</li> <li>– понятие скольжения;</li> <li>– синхронная частота вращения;</li> </ul> <p>Тема 4.2. Конструкция асинхронных машин</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– конструктивная схема асинхронной машины;</li> <li>– станина асинхронной машины;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– сердечник статора;</li> <li>– пазы статора;</li> <li>– трёхфазная обмотка статора;</li> <li>– соединение обмоток статора звездой;</li> <li>– соединение обмоток статора треугольником;</li> <li>– ротор асинхронной машины;</li> <li>– короткозамкнутый ротор;</li> </ul> <p>Тема 4.3. Математические модели и физические процессы асинхронных машин</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– математическое описание асинхронной машины;</li> <li>– уравнения напряжений статора;</li> <li>– уравнения напряжений ротора;</li> <li>– приведение параметров ротора к статору;</li> <li>– схема замещения асинхронной машины;</li> <li>– активное сопротивление статора;</li> <li>– реактивное сопротивление рассеяния статора;</li> <li>– активное сопротивление ротора;</li> </ul> <p>Тема 4.4. Асинхронная машина в режиме генератора</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– условия работы асинхронной машины в генераторном режиме;</li> <li>– отрицательное скольжение;</li> <li>– вращение ротора выше синхронной скорости;</li> <li>– преобразование механической энергии в электрическую;</li> <li>– необходимость реактивной мощности для возбуждения;</li> <li>– работа асинхронного генератора с сетью;</li> <li>– автономная работа асинхронного генератора;</li> <li>– самовозбуждение асинхронного генератора;</li> </ul> <p>Тема 4.5. Асинхронная машина в режиме двигателя</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– условия работы асинхронной машины в двигательном режиме;</li> <li>– положительное скольжение;</li> <li>– преобразование электрической энергии в механическую;</li> <li>– пуск асинхронного двигателя;</li> <li>– прямой пуск;</li> <li>– пуск переключением «звезда — треугольник»;</li> <li>– пуск через автотрансформатор;</li> <li>– реостатный пуск двигателя с фазным ротором;</li> </ul>
<p><b>5</b></p>	<p>Раздел 5. Вопросы теории синхронных машин</p> <p>Тема 5.1. Принцип работы и устройство синхронных машин</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– назначение синхронной машины;</li> <li>– принцип действия синхронной машины;</li> <li>– синхронная скорость вращения;</li> <li>– вращающееся магнитное поле статора;</li> <li>– магнитное поле ротора;</li> <li>– взаимодействие полей статора и ротора;</li> </ul> <p>Тема 5.2. Конструкция синхронных машин</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– конструктивная схема синхронной машины;</li> <li>– сердечник статора;</li> <li>– трёхфазная обмотка статора;</li> <li>– корпус синхронной машины;</li> <li>– ротор синхронной машины;</li> <li>– явнополюсная конструкция ротора;</li> <li>– неявнополюсная конструкция ротора;</li> <li>– полюсы ротора;</li> </ul> <p>Тема 5.3. Математические модели и физические процессы синхронных машин</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– математическое описание синхронной машины;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– уравнение ЭДС синхронной машины;</li> <li>– синхронная реактивность;</li> <li>– активное сопротивление обмотки статора;</li> <li>– векторная диаграмма синхронной машины;</li> <li>– схема замещения синхронной машины;</li> <li>– угол нагрузки;</li> <li>– электромагнитная мощность;</li> <li>– электромагнитный момент;</li> </ul> <p>Тема 5.4. Синхронная машина в режиме генератора</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– назначение синхронного генератора;</li> <li>– принцип действия синхронного генератора;</li> <li>– преобразование механической энергии в электрическую;</li> <li>– вращение ротора от первичного двигателя;</li> <li>– создание магнитного поля возбуждения;</li> <li>– индуцирование ЭДС в обмотке статора;</li> <li>– частота ЭДС синхронного генератора;</li> </ul> <p>Тема 5.5. Синхронная машина в режиме двигателя</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– назначение синхронного двигателя;</li> <li>– принцип действия синхронного двигателя;</li> <li>– преобразование электрической энергии в механическую;</li> <li>– синхронная скорость вращения двигателя;</li> <li>– отсутствие скольжения в установившемся режиме;</li> <li>– условия втягивания в синхронизм;</li> <li>– способы пуска синхронного двигателя;</li> <li>– асинхронный пуск;</li> </ul> <p>Тема 5.6 Синхронная машина в режиме вентильного двигателя</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– понятие вентильного двигателя;</li> <li>– синхронная машина с электронной коммутацией;</li> <li>– принцип действия вентильного двигателя;</li> <li>– отличие вентильного двигателя от коллекторного двигателя постоянного тока;</li> <li>– отличие вентильного двигателя от классического синхронного двигателя;</li> <li>– статор вентильного двигателя;</li> <li>– ротор с постоянными магнитами;</li> <li>– датчики положения ротора;</li> </ul>
--	--

#### 4.3. Практические 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
Семестр 7					
1	Петлевая обмотка	Расчетно-графическая работа	2	1	5
Всего			2	1	

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 6				
1	Испытания генератора постоянного тока независимого возбуждения	3	2	2
2	Испытания генератора постоянного тока параллельного возбуждения	4	2	3
3	Испытания двигателя постоянного тока независимого возбуждения	3	1	4
Семестр 7				
4	Испытания асинхронных машин в режиме двигателя	4	1	5
5	Испытания трансформаторов	4	1	5
Всего		18	7	

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

Цель курсового проекта: Цель курсового проекта: сформировать у обучающихся умения собирать и анализировать исходные данные (схемные решения, математические модели, свойства и характеристики устройств) для проектирования электрических машин постоянного и переменного тока, владеть навыками проводить типовые расчеты и моделирование основных параметров и характеристик электродвигателей и генераторов для решения задач профессиональной деятельности.

Часов практической подготовки: 5

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 6, час	Семестр 7, час
1	2	3	4
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	60	50	10
Курсовое проектирование (КП, КР)	80	0	80
Расчетно-графические задания (РГЗ)	2	0	2
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	25	14	11
Контрольные работы заочников (КРЗ)	10	5	5
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	15	10	5
Всего:	192	79	113

#### 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)
621.313 В71	Вольдек А.И. Электрические машины, СПб: Питер 2007, 319 с.	8
621.314 Э 45	Мартынов А.А., Тимофеев С.С., Машины постоянного тока: учебное пособие СПб.: ГУАП, 2016	60

## 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».

## 8. Перечень информационных технологий

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

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

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

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

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ 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.
Выполнение курсового проекта	Экспертная оценка на основе требований к содержанию курсового проекта.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	Обучающийся: – глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно связывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – 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	Классифицируйте электрические машины по назначению, мощности и роду тока. Приведите примеры машин каждой группы.	ОПК-4.Д.5

2	Опишите устройство и принцип работы коллекторной машины постоянного тока. Укажите назначение статора, якоря, коллектора, щёток и обмоток.	ОПК-4.Д.5
3	Сформулируйте фундаментальные законы электромеханики. Раскройте физический смысл закона Ампера и закона Фарадея, укажите их применение в электрических машинах.	ОПК-4.Д.5
4	Выведите выражения ЭДС и электромагнитного момента машины постоянного тока. Объясните зависимость ЭДС и момента от магнитного потока, тока якоря и частоты вращения.	ОПК-4.Д.5
5	Объясните принцип образования петлевой обмотки машины постоянного тока. Укажите особенности её соединения, число параллельных ветвей и область применения.	ОПК-4.Д.5
6	Объясните принцип образования волновой обмотки машины постоянного тока. Укажите её конструктивные особенности и отличие от петлевой обмотки.	ОПК-4.Д.5
7	Охарактеризуйте обмотки машин переменного тока. Объясните назначение коэффициентов укорочения и распределения обмотки.	ОПК-4.Д.5
8	Опишите магнитное поле машины постоянного тока в режиме холостого хода. Постройте и объясните кривую намагничивания.	ОПК-4.Д.5
9	Охарактеризуйте магнитное поле машины постоянного тока при нагрузке. Объясните, как ток якоря влияет на распределение магнитного поля.	ПК-3.Д.1
10	Объясните реакцию якоря при щётках, установленных на нейтрали. Укажите её влияние на магнитное поле, коммутацию и работу машины постоянного тока.	ПК-3.Д.1
11	Классифицируйте генераторы постоянного тока по способу возбуждения. Приведите схемы и особенности генераторов с независимым, параллельным, последовательным и смешанным возбуждением.	ПК-3.Д.1
12	Постройте и объясните характеристики генератора постоянного тока с независимым возбуждением. Раскройте особенности внешней, регулировочной и нагрузочной характеристик.	ПК-3.Д.1
13	Сформулируйте условия самовозбуждения генераторов постоянного тока. Объясните роль остаточного магнитного потока, направления тока возбуждения и сопротивления цепи возбуждения.	ПК-3.Д.1
14	Опишите способы регулирования напряжения генераторов постоянного тока. Укажите, как изменение тока возбуждения и частоты вращения влияет на выходное напряжение.	ПК-3.Д.1
15	Постройте энергетическую диаграмму машины постоянного тока в генераторном режиме. Объясните направление преобразования энергии и виды потерь.	ПК-3.Д.1
16	Постройте энергетическую диаграмму машины постоянного тока в двигательном режиме. Объясните баланс мощностей и основные потери в машине.	ПК-3.Д.1
17	Охарактеризуйте двигатель постоянного тока с независимым возбуждением. Постройте и объясните его механическую и рабочие характеристики.	ПК-3.Д.2
18	Опишите способы управления скоростью и моментом двигателей постоянного тока. Укажите влияние напряжения якоря, магнитного потока и сопротивления цепи якоря.	ПК-3.Д.2
19	Объясните способы регулирования частоты вращения двигателей	ПК-3.Д.2

	постоянного тока. Сравните регулирование по цепи якоря и по цепи возбуждения.	
20	Приведите схемы регулирования частоты вращения двигателей постоянного тока. Объясните принцип работы каждой схемы и область её применения.	ПК-3.Д.2
21	Охарактеризуйте особенности конструкции асинхронных двигателей автоматики и моментных двигателей. Укажите их назначение, параметры и режимы работы.	ПК-3.Д.2
22	Классифицируйте информационные электрические машины по назначению. Перечислите основные требования к ним: точность, чувствительность, надёжность и стабильность характеристик.	ПК-3.Д.2
23	Опишите индукционные датчики угла с ограниченным диапазоном измерения. Объясните их принцип действия, конструкцию и область применения.	ПК-3.Д.2
24	Охарактеризуйте вращающийся трансформатор. Объясните его устройство, принцип работы и назначение в системах измерения и передачи углового положения.	ПК-3.Д.2
25	Опишите синусно-косинусный вращающийся трансформатор. Объясните формирование синусного и косинусного выходных сигналов.	ПК-3.Д.3
26	Объясните работу вращающегося трансформатора в режиме фазовращателя. Укажите, как изменяется фаза выходного сигнала при повороте ротора.	ПК-3.Д.3
27	Охарактеризуйте редуктосин. Объясните его принцип работы, особенности конструкции и применение в системах точного измерения угла.	ПК-3.Д.3
28	Опишите сельсины. Раскройте их принцип работы, режимы применения и роль в системах дистанционной передачи угла.	ПК-3.Д.3
29	Классифицируйте тахометры по основным типам. Объясните принципы работы тахогенераторов постоянного тока, асинхронных и синхронных тахометров.	ПК-3.Д.3
30	Объясните применение асинхронной машины в качестве тахометра и акселерометра. Укажите особенности формирования выходного сигнала.	ПК-3.Д.3
31	Объясните процесс образования вращающегося магнитного поля в трёхфазной электрической машине. Укажите условия получения равномерного вращающегося поля.	ПК-3.Д.3
32	Объясните процесс образования вращающегося магнитного поля в двухфазной электрической машине. Укажите роль фазового и пространственного сдвига обмоток.	ПК-3.Д.3
33	Опишите устройство и принцип работы асинхронной машины. Перечислите основные элементы статора и ротора.	ПК-3.Д.4
34	Раскройте принцип действия асинхронного двигателя. Постройте и объясните его механическую характеристику, укажите роль скольжения.	ПК-3.Д.4
35	Постройте энергетическую диаграмму асинхронного двигателя. Объясните распределение мощности и виды потерь в статоре, роторе и механической части.	ПК-3.Д.4
36	Запишите и объясните выражения для электромагнитного момента асинхронной машины. Укажите зависимость момента от скольжения и параметров схемы замещения.	ПК-3.Д.4

37	Постройте механическую характеристику асинхронной машины. Объясните условия устойчивой работы асинхронного двигателя.	ПК-3.Д.4
38	Перечислите и сравните способы пуска асинхронного двигателя. Объясните прямой пуск, пуск через автотрансформатор, переключение «звезда — треугольник» и частотный пуск.	ПК-3.Д.4
39	Опишите способы регулирования частоты вращения асинхронных двигателей. Объясните частотное регулирование, изменение числа пар полюсов и регулирование скольжения.	ПК-3.Д.4
40	Охарактеризуйте принцип действия и разновидности синхронных двигателей. Перечислите способы их запуска.	ПК-3.Д.4
41	Опишите принцип действия синхронного генератора. Объясните способы управления выходным напряжением синхронного генератора.	ПК-3.Д.5
42	Охарактеризуйте синхронный двигатель. Опишите особенности его конструкции, возбуждения и работы в синхронном режиме.	ПК-3.Д.5
43	Опишите конструкцию реактивного синхронного двигателя. Постройте и объясните его моментную характеристику.	ПК-3.Д.5
44	Раскройте принцип действия гистерезисного электродвигателя. Охарактеризуйте особенности его конструкции, пуска и управления.	ПК-3.Д.5
45	Объясните принцип действия бесконтактного двигателя постоянного тока. Укажите особенности его конструкции, электронной коммутации и управления.	ПК-3.Д.5
46	Перечислите основные способы управления бесконтактным двигателем постоянного тока. Объясните управление по датчикам положения ротора, бездатчиковое управление и широтно-импульсное регулирование.	ПК-3.Д.5
47	Охарактеризуйте шаговый электродвигатель. Объясните его устройство, принцип действия, способы управления, основные режимы работы и область применения в электромеханических системах.	ПК-3.Д.5
48	Сравните коллекторные и бесконтактные двигатели постоянного тока. Укажите различия в конструкции, способе коммутации, надёжности, обслуживании, регулировании скорости и области применения.	ПК-3.Д.5

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 представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для выполнения курсового проекта

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсового проекта
1	Проектирование турбогенератора
2	Проектирование синхронной машины
3	Проектирование асинхронной машины
4	Проектирование двигателя постоянного тока

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	<p>Устройство преобразует электрическую энергию в механическую или механическую энергию в электрическую за счёт взаимодействия электрических токов и магнитного поля.</p> <p>Как называется такое устройство?</p> <p>А. Теплообменник</p> <p>Б. Электромеханический преобразователь энергии</p> <p>В. Гидравлический аккумулятор</p> <p>Г. Полупроводниковый выпрямитель</p>	ОПК-4.Д.5
2	<p>В проводнике с током, помещённом в магнитное поле, возникает сила, которая используется для создания электромагнитного момента в электрических машинах.</p> <p>Какой закон описывает это явление?</p> <p>А. Закон Фарадея</p> <p>Б. Закон Ампера</p> <p>В. Закон Джоуля — Ленца</p> <p>Г. Закон сохранения заряда</p>	ПК-3.Д.1
3	<p>В машине постоянного тока коллектор и щётки обеспечивают переключение секций обмотки якоря и получение постоянного направления тока во внешней цепи.</p> <p>Какова основная функция коллектора?</p> <p>А. Охлаждение обмотки якоря</p> <p>Б. Повышение частоты вращения ротора</p> <p>В. Механическое выпрямление ЭДС и переключение секций обмотки</p> <p>Г. Уменьшение массы машины</p>	ПК-3.Д.2
4	<p>Трансформатор работает на основе электромагнитной индукции. При подаче постоянного напряжения на первичную обмотку в установившемся режиме трансформация энергии практически невозможна.</p> <p>Почему трансформатор работает преимущественно в цепях переменного тока?</p> <p>А. Потому что постоянный ток разрушает магнитопровод</p> <p>Б. Потому что для наведения ЭДС необходим изменяющийся магнитный поток</p> <p>В. Потому что вторичная обмотка всегда подключается только к двигателю</p> <p>Г. Потому что трансформатор не имеет магнитной цепи</p>	ПК-3.Д.3
5	<p>В асинхронном двигателе ротор вращается со скоростью, отличной от скорости вращающегося магнитного поля статора. Эта разность необходима для наведения ЭДС и тока в роторе.</p> <p>Как называется относительное отличие скорости ротора от синхронной скорости?</p>	ПК-3.Д.4

	<p>А. Скольжение</p> <p>Б. Возбуждение</p> <p>В. Коммутация</p> <p>Г. Насыщение</p>	
6	<p>Синхронный двигатель при изменении тока возбуждения может потреблять или отдавать реактивную мощность, влияя на коэффициент мощности сети.</p> <p>Какой параметр синхронной машины непосредственно изменяют для регулирования реактивной мощности?</p> <p>А. Сопротивление корпуса</p> <p>Б. Ток возбуждения</p> <p>В. Диаметр вала</p> <p>Г. Частоту вращения подшипников</p>	ПК-3.Д.5
<p><i>2 тип. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответов</i></p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и выберите правильные варианты ответа</p>		
7	<p>Электромеханические преобразователи энергии классифицируют по различным признакам: назначению, конструкции, мощности и условиям работы.</p> <p>Какие признаки относятся к классификации электрических машин?</p> <p>А. По назначению</p> <p>Б. По роду тока</p> <p>В. По мощности</p> <p>Г. По принципу действия</p> <p>Д. По характеру движения</p> <p>Е. По цвету окраски корпуса как основному техническому признаку</p>	ОПК-4.Д.5
8	<p>Основные законы электромагнетизма используются при анализе работы двигателей, генераторов и трансформаторов.</p> <p>Какие законы и принципы относятся к основам электромеханического преобразования энергии?</p> <p>А. Закон Фарадея</p> <p>Б. Закон Ампера</p> <p>В. Закон полного тока</p> <p>Г. Закон Ома для магнитной цепи</p> <p>Д. Правило Ленца</p> <p>Е. Закон спроса и предложения</p>	ПК-3.Д.1
9	<p>Машина постоянного тока состоит из неподвижной и вращающейся частей, магнитной системы, обмоток и узла коммутации.</p> <p>Какие элементы относятся к конструкции машины постоянного тока?</p> <p>А. Станина</p> <p>Б. Главные полюса</p> <p>В. Якорь</p> <p>Г. Коллектор</p> <p>Д. Щётки</p> <p>Е. Вторичная обмотка трансформатора</p>	ПК-3.Д.2
10	<p>При анализе трансформатора рассматривают режимы холостого хода,</p>	ПК-3.Д.3

	<p>короткого замыкания и нагрузки, а также параметры схемы замещения. Какие параметры и характеристики относятся к трансформатору?</p> <p>А. Коэффициент трансформации  Б. Ток холостого хода  В. Потери в стали  Г. Потери в меди  Д. Изменение вторичного напряжения при нагрузке  Е. Скольжение ротора</p>											
11	<p>Асинхронная машина может работать в двигательном, генераторном и тормозном режимах. Для её работы важны вращающееся магнитное поле и скольжение. Какие понятия относятся к асинхронной машине?</p> <p>А. Вращающееся магнитное поле статора  Б. Скольжение  В. Ток ротора  Г. Электромагнитный момент  Д. Механическая характеристика  Е. Коллектор как обязательный элемент конструкции</p>	ПК-3.Д.4										
12	<p>Синхронные машины применяются как генераторы, двигатели и синхронные компенсаторы. Какие утверждения о синхронных машинах являются верными?</p> <p>А. Ротор синхронной машины в установившемся режиме вращается с синхронной скоростью  Б. Синхронная машина может работать в генераторном режиме  В. Регулирование возбуждения влияет на напряжение и реактивную мощность  Г. Синхронный двигатель может работать с перевозбуждением и недо возбуждением  Д. Синхронные генераторы применяются на электростанциях  Е. Скольжение является обязательным условием работы синхронного двигателя в установившемся режиме</p>	ПК-3.Д.5										
<p><i>3 тип. Задание закрытого типа на установление соответствия</i>  Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце</p>												
13	<p>Установите соответствие между законом электромагнетизма и его физическим смыслом.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">Закон</th> <th>Физический смысл</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>А. Закон Фарадея</td> <td>1. Связь магнитного потока, магнитодвижущей силы и магнитного сопротивления</td> </tr> <tr> <td>Б. Закон Ампера</td> <td>2. Возникновение ЭДС при изменении магнитного потока</td> </tr> <tr> <td>В. Закон полного тока</td> <td>3. Возникновение силы, действующей на проводник с током в магнитном поле</td> </tr> <tr> <td>Г. Закон Ома для магнитной цепи</td> <td>4. Связь циркуляции напряжённости магнитного поля с полным током</td> </tr> </tbody> </table>	Закон	Физический смысл	А. Закон Фарадея	1. Связь магнитного потока, магнитодвижущей силы и магнитного сопротивления	Б. Закон Ампера	2. Возникновение ЭДС при изменении магнитного потока	В. Закон полного тока	3. Возникновение силы, действующей на проводник с током в магнитном поле	Г. Закон Ома для магнитной цепи	4. Связь циркуляции напряжённости магнитного поля с полным током	ОПК-4.Д.5
Закон	Физический смысл											
А. Закон Фарадея	1. Связь магнитного потока, магнитодвижущей силы и магнитного сопротивления											
Б. Закон Ампера	2. Возникновение ЭДС при изменении магнитного потока											
В. Закон полного тока	3. Возникновение силы, действующей на проводник с током в магнитном поле											
Г. Закон Ома для магнитной цепи	4. Связь циркуляции напряжённости магнитного поля с полным током											

		5. Связь цены товара и объёма спроса	
14	Установите соответствие между элементом машины постоянного тока и его назначением.		ПК-3.Д.1
	Элемент	Назначение	
	А. Якорь	1. Создание основного магнитного поля машины	
	Б. Коллектор	2. Передача тока между вращающимся коллектором и внешней цепью	
	В. Щётки	3. Размещение обмотки, в которой индуцируется ЭДС и протекает ток нагрузки	
	Г. Главные полюса	4. Механическое выпрямление ЭДС и переключение секций обмотки	
		5. Изменение уровня переменного напряжения без вращения	
15	Установите соответствие между режимом трансформатора и его характеристикой.		ПК-3.Д.2
	Режим	Характеристика	
	А. Холостой ход	1. Вторичная обмотка замкнута накоротко, на первичную подают пониженное напряжение	
	Б. Короткое замыкание	2. Вторичная обмотка подключена к потребителю	
	В. Работа под нагрузкой	3. Вторичная обмотка разомкнута, ток нагрузки отсутствует	
	Г. Идеальный трансформатор	4. Модель без потерь, сопротивлений обмоток и рассеяния	
		5. Режим работы асинхронного двигателя с отрицательным скольжением	
16	Установите соответствие между параметром асинхронной машины и его содержанием.		ПК-3.Д.3
	Параметр	Содержание	
	А. Скольжение	1. Скорость вращения магнитного поля статора	
	Б. Синхронная скорость	2. Скольжение, при котором электромагнитный момент достигает максимума	
	В. Критическое скольжение	3. Относительное отличие скорости ротора от синхронной скорости	
	Г. Частота тока ротора	4. Величина, пропорциональная скольжению и частоте питающей сети	
		5. Напряжение возбуждения машины постоянного тока	
17	Установите соответствие между элементом синхронной машины и его назначением.		ПК-3.Д.4
	Элемент	Назначение	
	А. Обмотка возбуждения	1. Регулирование напряжения генератора изменением тока возбуждения	
	Б. Демпферная обмотка	2. Создание магнитного поля ротора	

	<table border="1"> <tr> <td>В. Автоматический регулятор возбуждения</td> <td>3. Улучшение пуска и демпфирование колебаний</td> </tr> <tr> <td>Г. Угол нагрузки</td> <td>4. Угол, характеризующий взаимное положение ЭДС и напряжения машины</td> </tr> <tr> <td></td> <td>5. Механическое выпрямление тока якоря</td> </tr> </table>	В. Автоматический регулятор возбуждения	3. Улучшение пуска и демпфирование колебаний	Г. Угол нагрузки	4. Угол, характеризующий взаимное положение ЭДС и напряжения машины		5. Механическое выпрямление тока якоря							
В. Автоматический регулятор возбуждения	3. Улучшение пуска и демпфирование колебаний													
Г. Угол нагрузки	4. Угол, характеризующий взаимное положение ЭДС и напряжения машины													
	5. Механическое выпрямление тока якоря													
18	<p>Установите соответствие между типом электрической машины и её особенностью.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Тип машины</th> <th>Особенность</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>А. Машина постоянного тока</td> <td>1. Работает на основе вращающегося магнитного поля и скольжения</td> </tr> <tr> <td>Б. Асинхронная машина</td> <td>2. Имеет коллектор и щёточный аппарат в классическом исполнении</td> </tr> <tr> <td>В. Синхронная машина</td> <td>3. Является статическим электромагнитным преобразователем</td> </tr> <tr> <td>Г. Трансформатор</td> <td>4. В установившемся режиме вращается с синхронной скоростью</td> </tr> <tr> <td></td> <td>5. Не использует магнитное поле для передачи энергии</td> </tr> </tbody> </table>	Тип машины	Особенность	А. Машина постоянного тока	1. Работает на основе вращающегося магнитного поля и скольжения	Б. Асинхронная машина	2. Имеет коллектор и щёточный аппарат в классическом исполнении	В. Синхронная машина	3. Является статическим электромагнитным преобразователем	Г. Трансформатор	4. В установившемся режиме вращается с синхронной скоростью		5. Не использует магнитное поле для передачи энергии	ПК-3.Д.5
Тип машины	Особенность													
А. Машина постоянного тока	1. Работает на основе вращающегося магнитного поля и скольжения													
Б. Асинхронная машина	2. Имеет коллектор и щёточный аппарат в классическом исполнении													
В. Синхронная машина	3. Является статическим электромагнитным преобразователем													
Г. Трансформатор	4. В установившемся режиме вращается с синхронной скоростью													
	5. Не использует магнитное поле для передачи энергии													
<p><i>4 тип. Задание закрытого типа на установление последовательности</i>  Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо</p>														
19	<p>Установите последовательность построения математической модели электромеханического преобразователя энергии.</p> <p>А. Определить входные и выходные величины, параметры и допущения  Б. Выбрать объект моделирования и цель исследования  В. Составить структурную схему или схему замещения  Г. Записать уравнения электромагнитных и механических процессов  Д. Выполнить расчёт или моделирование режимов работы  Е. Сравнить результаты модели с экспериментальными или паспортными данными</p>	ОПК-4.Д.5												
20	<p>Установите последовательность процесса самовозбуждения генератора постоянного тока с параллельным возбуждением.</p> <p>А. В обмотке возбуждения появляется ток  Б. Остаточный магнитный поток индуцирует небольшую ЭДС в обмотке якоря  В. Ток возбуждения увеличивает магнитный поток машины  Г. Напряжение генератора возрастает и дополнительно увеличивает ток возбуждения  Д. Устанавливается устойчивое напряжение генератора</p>	ПК-3.Д.1												
21	<p>Установите последовательность определения параметров схемы замещения трансформатора по результатам испытаний.</p> <p>А. Определить номинальные данные и схему соединения обмоток  Б. Провести опыт холостого хода  В. Провести опыт короткого замыкания  Г. Рассчитать параметры ветви намагничивания и сопротивления обмоток</p>	ПК-3.Д.2												

	Д. Составить схему замещения трансформатора Е. Оценить потери, КПД и изменение напряжения при нагрузке	
22	Установите последовательность частотного пуска асинхронного двигателя.  А. Задать закон изменения частоты и напряжения питания Б. Подать на двигатель напряжение пониженной частоты В. Постепенно увеличивать частоту и напряжение питания Г. Контролировать ток, момент и ускорение двигателя Д. Довести двигатель до требуемой частоты вращения Е. Перевести привод в установившийся рабочий режим	ПК-3.Д.3
23	Установите последовательность включения синхронного генератора на параллельную работу с сетью.  А. Довести генератор до номинальной частоты вращения Б. Отрегулировать напряжение генератора током возбуждения В. Проверить совпадение частоты, фаз и последовательности фаз с сетью Г. Включить генератор на шины при выполнении условий синхронизации Д. Распределить активную и реактивную нагрузку между генераторами	ПК-3.Д.4
24	Установите последовательность управления вентильным двигателем.  А. Определить положение ротора с помощью датчика или бездатчикового алгоритма Б. Выбрать нужную комбинацию включения фаз статора В. Сформировать управляющие импульсы для инвертора Г. Подать напряжение на соответствующие фазы двигателя Д. Измерить или оценить ток, скорость и момент Е. Скорректировать управление по сигналам обратной связи	ПК-3.Д.5
<i>5 тип. Задание открытого типа с развернутым ответом</i> Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ или напишите пропущенное слово/словосочетание		
25	Дайте определение электромеханическому преобразователю энергии. Объясните условия непрерывного электромеханического преобразования энергии и приведите примеры электрических машин постоянного и переменного тока.	ОПК-4.Д.5
26	Опишите устройство и принцип действия машины постоянного тока. В ответе раскройте назначение якоря, коллектора, щёток, обмотки возбуждения и объясните явление реакции якоря.	ПК-3.Д.1
27	Раскройте принцип работы трансформатора. Объясните отличие идеального и реального трансформатора, назначение схемы замещения, а также роль опытов холостого хода и короткого замыкания.	ПК-3.Д.2
28	Объясните принцип действия асинхронного двигателя. В ответе укажите роль вращающегося магнитного поля, скольжения, токов ротора, электромагнитного момента и механической характеристики.	ПК-3.Д.3
29	Охарактеризуйте синхронную машину в генераторном и двигательном режимах. Объясните влияние тока возбуждения на напряжение, реактивную мощность и устойчивость работы синхронной машины.	ПК-3.Д.4
30	Сравните машины постоянного тока, асинхронные машины, синхронные машины и вентильные двигатели. Укажите их конструктивные особенности, преимущества, ограничения и типичные	ПК-3.Д.5

	области применения.	
--	---------------------	--

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
1	Расчет рабочих характеристик ДПТ
2	Построение круговой диаграммы асинхронного двигателя

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

Структурными элементами практического занятия являются: вводная часть, основная часть, заключительная часть.

Вводная часть обеспечивает подготовку студентов к выполнению заданий работы.

В ее состав входят:

- формулировка темы, целей и задач занятия;
- обоснование значимости темы для профессиональной подготовки;
- связь с другими разделами курса;

- изложение теоретических основ;
- разъяснение методов и приёмов выполнения заданий;
- требования к результату работы;
- инструктаж по технике безопасности;
- проверка готовности студентов;
- пробное выполнение заданий;
- указания по самоконтролю.

Основная часть предполагает самостоятельное выполнение заданий студентами. Она может сопровождаться:

- дополнительные разъяснения по ходу работы;
- устранение затруднений;
- текущий контроль и оценка результатов;
- поддержка работоспособности технических средств;
- ответы на вопросы студентов.

Заключительная часть содержит:

- подведение итогов занятия (анализ успехов и недочётов);
- оценка работы отдельных студентов;
- ответы на вопросы;
- рекомендации по устранению пробелов в знаниях и навыках;
- сбор отчётов для проверки;
- информация о подготовке к следующему занятию (включая список литературы).

Вводная и заключительная части практического занятия проводятся фронтально. Основная часть выполняется каждым студентом индивидуально.

#### 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. Приступить к работе можно только после ознакомления с рабочим местом.
2. Перед включением оборудования убедиться в том, что вся включенная в схему коммутационная аппаратура (кнопки и др.) находится в исходном положении.
3. При включении и в процессе печати следить за показаниями основных характеристик (температура стола, температура стола, обдув и др.).
4. К лабораторным занятиям допускаются только те студенты, которые усвоили правила безопасности и расписались в журнале об ознакомлении с правилами безопасности.

5. Лабораторные работы выполняются бригадой студентов в составе не менее двух человек.

6. Каждый студент должен подготовиться к лабораторной работе. При недостаточной подготовке студент не допускается к ее выполнению.

7. Собранная схема и написанная программа должна быть проверена преподавателем, который после проверки дает разрешение на проведение опытов.

6. Все переключения в установке и ее окончательная разборка делается только с разрешения преподавателя. В случае неверности полученных данных работа переделывается.

7. После переключения схема должна быть проверена преподавателем.

8. В случае возникновения аварийной ситуации (появление дыма, запаха гари, несвойственных звуков, искры и др.) на рабочем месте необходимо немедленно отключить схему от напряжения и сообщить об этом событии преподавателю без любых изменений в схеме. Вместе с преподавателем надо найти причину аварии и устранить ее.

9. Студент должен бережно обращаться с предоставляемым ему оборудованием и компьютерной техникой, запрещается делать надписи мелом, карандашом или чернилами. Нельзя загромождать рабочее место приборами и аппаратами, которые не используются в лабораторной работе, оставлять на них книги, тетради и др. предметы.

10. К следующему занятию каждый студент должен составить отчет по предыдущей лабораторной работе в 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.guar.ru](http://new.guar.ru)).

11.5. Методические указания для обучающихся по выполнению курсового проекта  
Курсовой проект проводится с целью формирования у обучающихся опыта комплексного решения конкретных задач профессиональной деятельности.

Курсовой проект позволяет обучающемуся:

#### Структура пояснительной записки курсового проекта

1. Титульный лист
2. Задание на курсовой проект/работу
3. Аннотация или реферат
4. Содержание
5. Перечень сокращений, условных обозначений и терминов
6. Введение
7. Основная часть
  - 7.1 Аналитический обзор
  - 7.2 Постановка задачи
  - 7.3 Описание объекта проектирования
  - 7.4 Расчётная часть

- 7.5 Выбор оборудования и компонентов
- 7.6 Разработка алгоритма работы
- 7.7 Моделирование или экспериментальная проверка
- 7.8 Охрана труда, безопасность и эксплуатационные требования
- 7.9 Экономическое обоснование
8. Заключение
9. Список использованных источников
10. Приложения

#### Требования к оформлению пояснительной записки курсового проекта

Оформление пояснительной записки должно соответствовать общим правилам оформления учебных и научно-технических текстовых документов. ГОСТ 7.32–2017 применяется для структуры и правил оформления отчётов о научно-исследовательской работе, а ГОСТ Р 2.105–2019 устанавливает общие требования к выполнению текстовых документов в системе ЕСКД.

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.

Для обучающихся по заочной форме обучения выполнение контрольных работ является элементом текущего контроля успеваемости и самостоятельной работы.

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 НПР требованиями и методами проведения ТКУ, а НПР оценивают загруженные материалы. Оценка, сделанная НПР, 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