

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

Кафедра № 32

УТВЕРЖДАЮ

Ответственный за образовательную
программу

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

В.К. Пономарев

(инициалы, фамилия)

(подпись)

«17» февраля 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Специальные электрические машины»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	24.03.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Системы управления движением и навигация
Наименование направленности	Приборы и системы ориентации, стабилизации и навигации
Форма обучения	очная
Год приема	2025

Санкт-Петербург– 2025

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

К.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

И.Н. Железняк

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 32

«17» февраля 2025 г, протокол № 5

Заведующий кафедрой № 32

к.т.н., доц.

(уч. степень, звание)



(подпись, дата)

С.В. Солёный

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №1 по методической работе

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

В.Е. Таратун

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Специальные электрические машины» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 24.03.02 «Системы управления движением и навигация» направленности «Приборы и системы ориентации, стабилизации и навигации». Дисциплина реализуется кафедрой «№32».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-1 «Способен разрабатывать отдельные детали и узлы для приборов ориентации, навигации и стабилизации летательных аппаратов ракетно-космической техники»

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.

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 разрабатывать отдельные детали и узлы для приборов ориентации, навигации и стабилизации летательных аппаратов ракетно-космической техники	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

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 могут использоваться 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
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	4/ 144	4/ 144
Из них часов практической подготовки	34	34
Аудиторные занятия, всего час.	68	68
в том числе:		
лекции (Л), (час)	34	34
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	34	34
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	45	45
Самостоятельная работа, всего (час)	31	31
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

Примечание: ** кандидатский экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

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

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
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

Раздел 2. Однофазные трансформаторы Тема 2.1. Назначение и классификация трансформаторов. Принцип действия . Тема 2.2. Уравнения равновесия напряжений и намагничивающих сил реального двухобмоточного трансформатора. Тема 2.3. Эквивалентная схема замещения. Коэффициент полезного действия и потери в трансформаторе, нагрузочные характеристик и трансформатора. Тема 2.4. Специальные трансформаторы, области применения.	6		4		5
Раздел 3. Микродвигатели общепромышленного применения. Тема 3.1. Асинхронные приводные микродвигатели. Принцип действия, устройство, конструкция. Тема 3.2. Устройство, принцип действия и способы пуска в ход однофазных асинхронных микродвигателей Тема 3.3. Классификация и области применения синхронных микродвигателей Тема 3.4. Конструкции и особенности характеристик микродвигателей постоянного тока с параллельным, последовательным возбуждением и с возбуждением от постоянных магнитов. Тема 3.5. Бесконтактные двигатели постоянного тока. Структурная схема, принцип действия. Характеристики.	6		8		5
Раздел 4. Управляемые (исполнительные) микродвигатели автоматики Тема 4.1. Устройство и принцип действия асинхронных управляемых двигателей. Схемы включения и способы управления. Тема 4.2. Механические и регулировочные характеристики. Сравнение способов управления по качеству характеристик 2 Тема 4.3. Основные динамические постоянные, передаточная функция 7 двигателя. Тема 4.4. Классификация, особенности конструкции управляемых двигателей постоянного тока. Тема 4.5. Характеристики исполнительных двигателей при якорном и полюсном управлении. Тема 4.6. Управляемые бесконтактные двигатели постоянного тока, способы управления. Тема 4.7. Устройство, принцип действия шаговых электродвигателей. Классификация, способы управления.	6		4		5

Раздел 5. Информационные электрические микромашины Тема 5.1. Тахогенераторы - классификация по назначению. Тема 5.2. Асинхронные тахогенераторы, их устройство и принцип действия, погрешности и способы их уменьшения Тема 5.3. Тахогенераторы постоянного тока с электромагнитным возбуждением и с постоянными магнитами. Погрешности и пути их уменьшения. Тема 5.4. Синхронные тахогенераторы, основные особенности работы. Тема 5.5. Синхронные передачи угла, классификация сельсинов по конструкции и назначению. Тема 5.6. Работа сельсинов в индикаторной и трансформаторной схемах синхронной связи. Тема 5.7. Вращающиеся трансформаторы. Устройство, области применения, основные режимы работы. Тема 5.8. Погрешности вращающихся трансформаторов (ВТ) и способы их уменьшения.	6		8		5
Раздел 6. Электрические машины гироскопических устройств Тема 6.1. Особенности работы и характеристик электрических гиродвигателей. Тема 6.2. Конструктивные разновидности гиродвигателей. Тема 6.3. Требования, предъявляемые к датчикам угла, применяемым в гироскопах. Тема 6.4. Величины, характеризующие датчики момента. Моментные двигатели переменного и постоянного тока.	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
1	Общие сведения об электрических машинах малой мощности. Принцип действия и основные конструктивные элементы электрических микромашин. Основные законы электромагнитных взаимодействий. ЭДС трансформаторная и вращения, индуцируемая в контуре. Электромагнитный момент. Процесс преобразования энергии и режимы работы электрических микромашин. Основные энергетические соотношения и уравнения. Обмотки электрических машин.

	Классификация, основные принципы выполнения обмоток. Намагничивающие силы обмоток. Пульсирующее магнитное поле. Создание вращающегося магнитного поля.
2	Однофазные трансформаторы. Назначение и классификация трансформаторов. Принцип действия. Уравнения равновесия напряжений и намагничивающих сил реального двухобмоточного трансформатора. Эквивалентная схема замещения. Коэффициент полезного действия и потери в трансформаторе, нагрузочные характеристики трансформатора. Специальные трансформаторы, области применения.
3	Микродвигатели общепромышленного применения. Асинхронные приводные микродвигатели. Принцип действия, устройство, конструкция. Устройство, принцип действия и способы пуска в ход однофазных асинхронных микродвигателей. Классификация и области применения синхронных микродвигателей. Конструкции и особенности характеристик микродвигателей постоянного тока с параллельным, последовательным возбуждением и с возбуждением от постоянных магнитов. Бесконтактные двигатели постоянного тока. Структурная схема, принцип действия. Характеристики.
4	Управляемые (исполнительные) микродвигатели автоматики. Устройство и принцип действия асинхронных управляемых двигателей. Схемы включения и способы управления. Механические и регулировочные характеристики. Сравнение способов управления по качеству характеристик. Основные динамические постоянные, передаточная функция двигателя. Классификация, особенности конструкции управляемых двигателей постоянного тока. Характеристики исполнительных двигателей при якорном и полюсном управлении. Управляемые бесконтактные двигатели постоянного тока, способы управления. Устройство, принцип действия шаговых электродвигателей. Классификация, способы управления.
5	Информационные электрические микромашины. Тахогенераторы - классификация по назначению. Асинхронные тахогенераторы, их устройство и принцип действия, погрешности и способы их уменьшения. Тахогенераторы постоянного тока с электромагнитным возбуждением и с постоянными магнитами. Погрешности и пути их уменьшения. Синхронные тахогенераторы, основные особенности работы. Синхронные передачи угла, классификация сельсинов по конструкции и назначению. Работа сельсинов в индикаторной и трансформаторной схемах синхронной связи. Вращающиеся трансформаторы. Устройство, области применения, основные режимы работы. Погрешности вращающихся трансформаторов и способы их уменьшения.
6	Электрические машины гироскопических устройств. Особенности работы и характеристик электрических

	гиродвигателей. Конструктивные разновидности гиродвигателей. Требования, предъявляемые к датчикам угла, применяемым в гиросприборах. величины, характеризующие датчики момента. Моментные двигатели переменного и постоянного тока.
--	---

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. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 5, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	11	11
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	10	10
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	10	10
Всего:	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. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ 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
	Не предусмотрено

8. Перечень информационных технологий

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

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

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

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	21-21
2	Специализированная лаборатория «Специальные электрические машины»	31-05

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»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – 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.
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – 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.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – 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.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1	1. Принцип действия, конструкция электрических машин систем автоматики, режимы работы. 2. Образование вращающегося магнитного поля в электрических машинах переменного тока. 3. Назначение, устройство, принцип действия, характеристики двигателей постоянного тока. 4. Назначение, устройство, принцип действия и характеристики асинхронных двигателей переменного тока. 5. Синхронный двигатель переменного тока. Назначение, устройство, принцип действия и характеристики.	ПК-1.3.1
2	6. Бесконтактный двигатель постоянного тока. 7. Шаговые двигатели. Устройство, принцип действия и	ПК-1.У.1

	<p>характеристики</p> <p>8. Сельсины. Устройство, принцип действия. Системы дистанционной передачи угла на сельсинах.</p> <p>9. Вращающиеся трансформаторы. Устройство, принцип действия, режимы работы, симметрирование.</p> <p>10. Тахогенераторы постоянного тока. Устройство, принцип действия и характеристики.</p>	
3	<p>11. Тахогенераторы переменного тока. Оценка качества работы.</p> <p>12. Управляемые электродвигатели для систем автоматического регулирования, требования, предъявляемые к управляемым электродвигателям.</p> <p>13. Управляемые двигатели постоянного тока. Способы управления и характеристики.</p> <p>14. Управляемые двигатели переменного тока, способы управления и характеристики.</p> <p>15. Электрические машины для гироскопических систем: гиродвигатели, датчики угла и момента.</p>	ПК-1.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 курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

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

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

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

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
<p>1 тип. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа</p>		
1	<p><u>Что такое синхронный реактивный двигатель?</u></p> <p>а) Двигатель с постоянными магнитами на роторе.</p> <p>б) Машина, использующая для работы только магнитное сопротивление</p> <p>в) Асинхронный двигатель с фазным ротором.</p> <p>г) Универсальный коллекторный двигатель.</p>	ПК-1.3.1
2	<p><u>Чем отличается бесколлекторный двигатель (BLDC) от коллекторного?</u></p> <p>а) Использованием внешнего инвертора для коммутации обмоток.</p> <p>б) Наличием щёточно-коллекторного узла.</p> <p>в) Работой только на переменном токе.</p> <p>г) Отсутствием постоянных магнитов.</p>	ПК-1.У.1
3	<p><u>Какой тип двигателя используется в сервоприводах робототехники?</u></p> <p>а) Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором.</p>	ПК-1.В.1

	b) Линейный асинхронный двигатель. c) Синхронный двигатель с датчиком положения. d) Двигатель постоянного тока с независимым возбуждением.						
2 тип. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов							
4	<u>Какие преимущества имеют синхронные реактивные двигатели?</u> a) Отсутствие постоянных магнитов, что снижает стоимость. b) Высокий пусковой момент без дополнительных устройств. c) Низкие потери на вихревые токи благодаря шихтованной конструкции ротора. d) Возможность работы без источника питания.		ПК-1.3.1				
5	<u>Какие функции выполняют серводвигатели в робототехнике?</u> a) Обеспечение плавного пуска и останова механизмов. b) Точное управление положением и скоростью с обратной связью. c) Работа в режиме генератора для рекуперации энергии. d) Поддержание заданного усилия на валу.		ПК-1.У.1				
6	<u>В каких случаях применяются бесколлекторные двигатели?</u> a) В системах охлаждения бытовых холодильников. b) В дронах и электромобилях из-за высокой удельной мощности. c) В тяговых приводах высокоскоростных поездов. d) В качестве генераторов на гидроэлектростанциях.		ПК-1.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							
7	<u>Сопоставьте характеристики по типам двигателей</u> <table><tr><td>1) Синхронные реактивные</td><td>a) Отсутствие постоянных магнитов, шихтованный ротор b) Требуется датчиков Холла для управления c) Низкие потери на вихревые токи d) Работа только на переменном токе</td></tr><tr><td>2) Бесколлекторные</td><td>e) Высокая удельная мощность f) Широко применяется в дронах g) Использует внешний инвертор h) Простота конструкции ротора</td></tr></table>		1) Синхронные реактивные	a) Отсутствие постоянных магнитов, шихтованный ротор b) Требуется датчиков Холла для управления c) Низкие потери на вихревые токи d) Работа только на переменном токе	2) Бесколлекторные	e) Высокая удельная мощность f) Широко применяется в дронах g) Использует внешний инвертор h) Простота конструкции ротора	ПК-1.3.1
1) Синхронные реактивные	a) Отсутствие постоянных магнитов, шихтованный ротор b) Требуется датчиков Холла для управления c) Низкие потери на вихревые токи d) Работа только на переменном токе						
2) Бесколлекторные	e) Высокая удельная мощность f) Широко применяется в дронах g) Использует внешний инвертор h) Простота конструкции ротора						
8	<u>Сопоставьте характеристики по типам двигателей.</u> <table><tr><td>1) Синхронный реактивный двигатель:</td><td>a) Имеет шихтованный магнитопровод ротора b) Содержит постоянные магниты на роторе c) Требуется внешнего инвертора для работы d) Обмотки расположены только на статоре</td></tr><tr><td>1) Бесколлекторный двигатель постоянного тока:</td><td>e) Использует датчики Холла для коммутации f) Имеет явнополюсную конструкцию ротора g) Отличается высокой удельной мощностью h) Не имеет электрических контактов на роторе</td></tr></table>		1) Синхронный реактивный двигатель:	a) Имеет шихтованный магнитопровод ротора b) Содержит постоянные магниты на роторе c) Требуется внешнего инвертора для работы d) Обмотки расположены только на статоре	1) Бесколлекторный двигатель постоянного тока:	e) Использует датчики Холла для коммутации f) Имеет явнополюсную конструкцию ротора g) Отличается высокой удельной мощностью h) Не имеет электрических контактов на роторе	ПК-1.У.1
1) Синхронный реактивный двигатель:	a) Имеет шихтованный магнитопровод ротора b) Содержит постоянные магниты на роторе c) Требуется внешнего инвертора для работы d) Обмотки расположены только на статоре						
1) Бесколлекторный двигатель постоянного тока:	e) Использует датчики Холла для коммутации f) Имеет явнополюсную конструкцию ротора g) Отличается высокой удельной мощностью h) Не имеет электрических контактов на роторе						
9	<u>Сопоставьте характеристики по типам двигателей.</u> <table><tr><td>1) Линейные асинхронные двигатели:</td><td>a) Используются в системах магнитного подвеса поездов b) Применяются в робототехнике для точного позиционирования c) Эффективны в конвейерных системах</td></tr></table>		1) Линейные асинхронные двигатели:	a) Используются в системах магнитного подвеса поездов b) Применяются в робототехнике для точного позиционирования c) Эффективны в конвейерных системах	ПК-1.В.1		
1) Линейные асинхронные двигатели:	a) Используются в системах магнитного подвеса поездов b) Применяются в робототехнике для точного позиционирования c) Эффективны в конвейерных системах						

		d) Незаменимы в станках с ЧПУ	
	1) Серводвигатели:	e) Используются в подъёмных механизмах	
		f) Применяются в системах автоматического регулирования	
		g) Хорошо подходят для метрополитенов	
		h) Используются в полиграфическом оборудовании	
4 тип. Задание закрытого типа на установление последовательности			
Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо			
10	<u>Составьте правильную последовательность этапов технологии сборки шагового двигателя:</u> a) Намотка обмоток на зубцы статора b) Установка подшипниковых щитов c) Сборка магнитной системы ротора d) Балансировка ротора e) Финальная проверка шагового угла		ПК-1.3.1
11	<u>Составьте правильную последовательность этапов разработки гибридного шагового двигателя:</u> a) Выбор материала постоянных магнитов b) Расчет зубчатой структуры ротора/статора c) Компьютерное моделирование магнитного поля d) Испытания на перегрев обмоток e) Оптимизация шагового разрешения		ПК-1.У.1
12	<u>Составьте правильную последовательность этапов проектирования бесщеточного двигателя:</u> a) Расчет параметров постоянных магнитов b) Разработка системы охлаждения c) Прочностной расчет вала d) Выбор материала обмоток e) Тестирование на вибростенде Правильный порядок:		ПК-1.В.1
5 тип. Задание открытого типа с развернутым ответом			
Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ или напишите пропущенное слово/словосочетание			
13	<u>Каким образом применение синхронных реактивных двигателей способствует энергоэффективности промышленных предприятий?</u>		ПК-1.3.1
14	<u>Какова роль шаговых двигателей в системах точного позиционирования?</u>		ПК-1.У.1
15	<u>Как линейные асинхронные двигатели улучшают производительность транспортных систем?</u>		ПК-1.В.1

Примечание:

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

Полное совпадение с верным ответом – 1 балл.

Неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

2-й тип. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора считается верным, если правильно указаны цифры и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответов.

Полное совпадение с верным ответом – 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:

- 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.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах.

Основной целью для обучающегося является систематизация и обобщение знаний по изучаемой теме, разделу, формирование умения работать с дополнительными источниками информации, сопоставлять и сравнивать точки зрения, конспектировать прочитанное, высказывать свою точку зрения и т.п. В соответствии с ведущей дидактической целью содержанием семинарских занятий являются узловые, наиболее трудные для понимания и усвоения темы, разделы дисциплины. Спецификой данной формы занятий является совместная работа преподавателя и обучающегося над решением поставленной проблемы, а поиск верного ответа строится на основе чередования индивидуальной и коллективной деятельности.

При подготовке к семинарскому занятию по теме прослушанной лекции необходимо ознакомиться с планом его проведения, с литературой и научными публикациями по теме семинара.

Требования к проведению семинаров

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 обучающимися 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

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 сборкой схем убедиться в том, что лабораторное оборудование отключено от источника питания.
3. Перед включением схемы убедиться в том, что вся включенная в схему коммутационная аппаратура (кнопки и др.) находится в исходном положении.
4. При включении и в процессе регулирования следить за показаниями основных измерительных приборов (цифровой осциллограф, мультиметр и др.) схемы.
5. В процессе работы не оставлять без присмотра рабочее место, которое находится под напряжением.
6. Не касаться неизолированных частей приборов и аппаратов, которые находятся под напряжением.
7. К лабораторным занятиям допускаются только те студенты, которые усвоили правила безопасности.
8. Лабораторные работы выполняются бригадой студентов в составе не менее двух человек.
9. Каждый студент должен подготовиться к лабораторной работе. При недостаточной подготовке студент не допускается к ее выполнению.
10. Собранная схема и написанная программа должна быть проверена преподавателем, который после проверки дает разрешение на проведение опытов.
11. Перед включением схемы студент, производящий данную операцию, должен предупредить членов своей бригады об этом фразой «Начинаем эксперимент».
12. После включения схемы без записи показаний приборов проверяется возможность выполнения лабораторной работы во всем заданном диапазоне изменения характеристик и показаний. Только после этого приступают к работе.
13. Результаты измерений по каждой характеристике должны быть проверены преподавателем.
14. Все переключения в схеме и ее окончательная разборка делается только с разрешения преподавателя. В случае неверности полученных данных работа переделывается.
15. После переключения схема должна быть проверена преподавателем.
16. 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.

17. 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.

18. К следующему занятию каждый студент должен составить отчет по предыдущей лабораторной работе в соответствии с установленной формой.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

В отчете обязательно должны быть отражены следующие разделы: «Название» «Цель работы», «Содержание работы», «Схемы испытаний», «Результаты измерений и вычислений», «Анализ полученных характеристик и краткие выводы». В состав отчета могут быть включены другие разделы, которые учитывают специфику выполняемой лабораторной работы (фото экспериментов, программный код и др.). Необходимые схемы, 20 рисунки и графики можно чертить карандашом либо с использованием специальных программных продуктов на персональном компьютере.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Результаты выполненных лабораторных работ, оформляются в виде отчета по одному образцу. Отчет пишут с одной стороны листа формата А4 (размером 210×297 мм). Основные надписи выполняют в соответствии с Госстандартом. Все выполненные и подписанные руководителем отчеты по лабораторным работам складывают в логической последовательности и брошюруют. При большом количестве страниц (более десяти) составляют содержание отчета, который размещают в альбоме после титульного листа. Титульный лист должен иметь надпись «Журнал лабораторных работ (отчеты)» с фамилией руководителя (преподаватель) и исполнителя (студент).

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы.

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

Курсовой проект/ работа позволяет обучающемуся:

Структура пояснительной записки курсового проекта/ работы

Учебным планом не предусмотрено

Требования к оформлению пояснительной записки курсового проекта/ работы

Учебным планом не предусмотрено

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

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

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

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

11.7. 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.

Проведение текущего контроля успеваемости осуществляется с помощью тестов, приведенных в таблице 18. Оценивание текущего контроля успеваемости оценивается по системе зачет/ не зачет. Положительный результат текущего контроля успеваемости дает студенту дополнительный балл при проведении промежуточной аттестации.

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».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

Промежуточная аттестация оценивается по результатам текущего контроля успеваемости. В случае, если студент по уважительной причине не выполнил требования текущего контроля, ему предоставляется возможность сдать задолженности по пропущенным темам. Форма проведения промежуточной аттестации – письменная.

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