

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

Кафедра №32

«УТВЕРЖДАЮ»
Руководитель направления
проф., д.т.н., проф.
(должность, уч. степень, звание)
А.Л. Ронжин
(подпись)

«27» мая 2019 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Электрические и электронные аппараты»
(Название дисциплины)

Код направления	13.05.02
Наименование направления/ специальности	Специальные электромеханические системы
Наименование направленности	Электромеханические системы специальных устройств и изделий
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург 2019 г.

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил

Проф., д.т.н.

22.05.2019

Б.Э. Фридман

Программа одобрена на заседании кафедры № 32

« 22 » мая 2019 г, протокол № 8

Заведующий кафедрой № 32

проф., д.т.н., проф.

должность, уч. степень, звание

22.05.2019

А.Л. Ронжин
инициалы, фамилия

Ответственный за ОП 13.05.02(01)

доц., к.т.н., доц.

должность, уч. степень, звание

22.05.2019

С.В. Солёный
инициалы, фамилия

Заместитель директора института (декана факультета) № 3 по методической работе

доц., к.т.н., доц.

должность, уч. степень, звание

22.05.2019

М.В. Бураков
инициалы, фамилия

Аннотация

Дисциплина «Электрические и электронные аппараты» входит в базовую часть образовательной программы подготовки обучающихся по специальности 13.05.02 «Специальные электромеханические системы» направленность «Электромеханические системы специальных устройств и изделий». Дисциплина реализуется кафедрой №32.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника

общефессиональных компетенций:

ОПК-7 «способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях, непосредственно не связанных со сферой деятельности»;

профессиональных компетенций:

ПК-10 «способность и готовность участвовать в работе по проектированию и конструированию конкурентоспособных элементов специальных электромеханических систем, а также в разработке технологических операций с использованием современных информационных технологий».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с разработкой, исследованием и применением электрических и электронных аппаратов.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: *лекции, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа обучающегося, консультации*

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

Цель дисциплины – подготовка студентов в области электрических и электронных аппаратов общепромышленного, судового и аэрокосмического применения.

Задача дисциплины – дать студентам теоретические представления и практические навыки по устройству, выбору и исследованию электрических и электронных аппаратов.

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

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

ОПК-7 «способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях, непосредственно не связанных со сферой деятельности»:

- знать дисциплины, относящиеся к базовой части программы бакалавриата;
- уметь работать с технической литературе по специальности;
- владеть навыками работы в информационных системах.
- иметь опыт работы с технической документацией электрических и электронных аппаратов;

ПК-10 «способность и готовность участвовать в работе по проектированию и конструированию конкурентоспособных элементов специальных электромеханических систем, а также в разработке технологических операций с использованием современных информационных технологий»:

- знать теоретические основы расчета и исследования электрических и электронных аппаратов;
- уметь выполнять элементарные расчеты тепловых режимов, электромеханических и электродинамических процессов в электрических и электронных аппаратах,
- владеть навыками разработки низковольтных электрических цепей питания и управления электротехнических установок
- иметь опыт измерения и простейших исследований режимов работы электрических и электронных аппаратов

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Математика. Математический анализ;
- Математика. Дифференциальные уравнения;
- Физика;
- Теоретическая механика;
- Электротехника;
- Силовая электроника.

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

- Электрический привод;
- Энергетические системы и сети;
- Конструирование, расчет и проектирование электромеханических и электроэнергетических устройств;

- Накопители энергии.

3. Объем дисциплины в ЗЕ/академ. час

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 1

Таблица 1 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№5
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/(час)	4/ 144	4/ 144
<i>Аудиторные занятия</i> , всего час., <i>В том числе</i>	51	51
лекции (Л), (час)	17	17
Практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
Экзамен, (час)	45	45
<i>Самостоятельная работа</i> , всего	48	48
Вид промежуточного контроля: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Экз.	Экз.

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий

Разделы и темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 2.

Таблица 2. – Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 5					
Раздел 1. Электромеханические аппараты Тема 1.1. Основные физические явления в электрических аппаратах. Тема 1.2. Основные электрические и электромеханические процессы в электрических аппаратах. Тема 1.3. Электромеханические аппараты автоматики и	12	24	6		

распределительных устройств низкого напряжения.					
Раздел 2. Силовые электронные аппараты Тема 2.1. Силовые электронные ключи. Тема 2.2. Пассивные компоненты и охладители силовых электронных приборов. Тема 2.3. Системы управления силовыми электронными аппаратами Тема 2.4. Гибридные электрические аппараты.	5		2		
Итого в семестре:	17	24	10		57
Итого:	17	24	10	0	57

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 3.

Таблица 3 - Содержание разделов и тем лекционных занятий

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	Электромеханические аппараты
	Тема 1.1. Основные физические явления в электрических аппаратах.
	Проникновение электромагнитного поля в металл проводников; скин-эффект и эффект близости.
	Тепловые явления в электрических аппаратах: <ul style="list-style-type: none"> • Источники теплоты в электрических аппаратах; • Способы распространения теплоты: теплопроводность, конвекция и излучение; • Нагрев элементов электрических аппаратов в установившихся и переходных режимах; • Адиабатический режим нагрева и термическая стойкость электрических аппаратов.
	Тема 1.2. Основные электрические и электромеханические процессы в электрических аппаратах. <ul style="list-style-type: none"> • Электродинамические силы. <ul style="list-style-type: none"> ○ Объемные электродинамические силы и силы, действующие на бесконечно тонкие проводники. ○ Энергетический метод определения электродинамических сил. ○ Силы в системах с ферромагнитными телами. • Контактные явления; • Коммутация электрических цепей; • Электрическая дуга в контактах электрических аппаратов
	Тема 1.3. Электромеханические аппараты автоматики и распределительных устройств низкого напряжения. <ul style="list-style-type: none"> • Электромагниты: <ul style="list-style-type: none"> ○ Магнитные системы электромагнитов постоянного тока.

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Электромагниты переменного тока. ○ Динамика включения и выключения электромагнитов. ● Электромагнитные реле, контакторы, пускатели. ● Аппараты защиты: тепловые реле, автоматические выключатели, плавкие предохранители.
2	Силовые электронные аппараты
	Тема 2.1. Силовые электронные ключи. <ul style="list-style-type: none"> ● Полупроводниковые приборы силовой электроники; ● Статические и динамические режимы работы полупроводниковых ключей ● Области безопасной работы и защита полупроводниковых ключей (снабберные цепи, ограничители напряжения).
	Тема 2.2. Пассивные компоненты и охладители силовых электронных приборов: <ul style="list-style-type: none"> ● Конденсаторы; ● резисторы; ● магнитные элементы (трансформаторы, дроссели); ● Охладители..
	Тема 2.3. Системы управления силовыми электронными аппаратами <ul style="list-style-type: none"> ● Драйверы; ● Оптоэлектронные приборы ● Микросхемы систем управления силовыми ключами.
	Тема 2.4. Гибридные электрические аппараты.

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
1	Тепловые явления в электрических аппаратах:	Решение задач	8	1
2	Электродинамические силы	Решение задач	8	1
3	Электромагниты постоянного и переменного тока	Решение задач	8	1
Всего:			24	

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 8			
1	Исследование теплового режима катушки электрромагнита при кратковременном и повторно-кратковременном режиме	2	1
2	Исследование контактных соединений	2	1
3	Снятие тяговой характеристики электрромагнита	2	1
4	Исследование нереверсивной схемы управления	2	1

	асинхронным двигателем		
5	Исследование микропроцессорного терминала для управления и защиты асинхронного двигателя	2	2
Всего:		10	

4.5. Курсовое проектирование (работа)

Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 5, час
1	2	3
Самостоятельная работа, всего	48	48
изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	24	24
домашнее задание (ДЗ)	24	24

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 8-10.

6. Перечень основной и дополнительной литературы

6.1. Основная литература

Перечень основной литературы приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень основной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
	Под редакцией Ю.К. Розанова. Электрические и электронные аппараты. Москва, Информэлектро, 2001.	0
	А.А. Чунихин. Электрические аппараты. М.: "Энергия", 1967	10
621.31 Б93	Г.В. Буткевич, В.Г. Дектябрь, А.Г. Сливинская. Задачник по электрическим аппаратам. М.: "Высшая школа", 1987.	3

6.2. Дополнительная литература

Перечень дополнительной литературы приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень дополнительной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка/ URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
	Б.Э. Фридман. Электромагнитное поле в проводниках. Текст лекций. Санкт-Петербург, ГУАП, 2011	80
	Б.Э. Фридман. Электродинамические силы. Текст лекций. Санкт-Петербург, ГУАП, 2011	80
	Б.Э. Фридман. Электрические и электронные аппараты. Методические указания. Санкт-Петербург, ГУАП, 2009	80
	Б.Э. Фридман, С.В. Солёный, О.Я. Соленая, Е.В. Евсеев. Электрические аппараты. Методические указания к выполнению лабораторных работ № 1 - 15. Санкт-Петербург, ГУАП, 2015.	60

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

URL адрес	Наименование
	Не предусмотрено

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

8.1. Перечень программного обеспечения

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
1	Mathcad, version 14.

8.2. Перечень информационно-справочных систем

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Состав материально-технической базы представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при

		необходимости)
1	Лекционная аудитория	21-28
2	Специализированная лаборатория	21-27

10. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

10.1. Состав фонда оценочных средств приведен в таблице 13

Таблица 13 - Состав фонда оценочных средств для промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Примерный перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Задачи; Тесты.

10.2. Перечень компетенций, относящихся к дисциплине, и этапы их формирования в процессе освоения образовательной программы приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Номер семестра	Этапы формирования компетенций по дисциплинам/практикам в процессе освоения ОП
ОПК-7 «способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях, непосредственно не связанных со сферой деятельности»	
1	Инженерная и компьютерная графика
2	Химия
3	Материаловедение
4	Метрология
5	Электрические и электронные аппараты
7	Энергосбережение и энергоэффективность
9	Электромагнитная совместимость
10	Техническое обслуживание и ремонт специальных электромеханических систем
ПК-10 «способность и готовность участвовать в работе по проектированию и конструированию конкурентоспособных элементов специальных электромеханических систем, а также в разработке технологических операций с использованием современных информационных технологий»	
1	Инженерная и компьютерная графика
3	Прикладная механика
3	Материаловедение
4	Прикладная механика
5	Специальные электромеханические системы
5	Электрические и электронные аппараты
6	Накопители энергии
7	Энергосбережение и энергоэффективность
9	Организация производства

9	Проектирование бортовой кабельной сети
9	Электромеханические системы беспилотных летательных аппаратов
9	Производственная практика (научно-исследовательская работа)
10	Производственная практика (научно-исследовательская работа)

10.3. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) у обучающихся компетенций применяется шкала модульно–рейтинговой системы университета. В таблице 15 представлена 100–балльная и 4–балльная шкалы для оценки сформированности компетенций.

Таблица 15 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции		Характеристика сформированных компетенций
100-балльная шкала	4-балльная шкала	
$85 \leq K \leq 100$	«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.
$70 \leq K \leq 84$	«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.
$55 \leq K \leq 69$	«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.
$K \leq 54$	«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.

10.4. Типовые контрольные задания или иные материалы:

1. Вопросы (задачи) для экзамена (таблица 16)

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена
1	Электрические аппараты. Определение, классификация
2	Проникновение одномерного электромагнитного поля в проводящее полупространство. Определение термина "глубина скин-слоя". Линейная плотность тока
3	Резко-выраженный поверхностный эффект и идеальный поверхностный эффект в проводниках сложной формы. Поле линейного провода с током около идеально проводящей полуплоскости. Эффект близости
4	Источники теплоты в электрических аппаратах. Коэффициент поверхностного эффекта, коэффициент близости, коэффициент добавочных потерь. Потери в магнитопроводах.
5	Проблемы тепловых потерь в электрических аппаратах. Пути уменьшения мощности источников теплоты
6	Теплопроводность. Гипотеза Фурье и вывод уравнения распространения тепла в плоской стенке, разделяющей две среды с разной температурой
7	Конвекция. Тепловое излучение. Упрощенная формула Ньютона для явлений конвекции и излучения. Коэффициент теплоотдачи. Выбор сечения проводника для длительного режима работы.
8	Нагрев цилиндрической катушки. Определение распределения температуры по сечению катушки с учетом теплопроводности замещающего тела катушки и теплоотдачи с наружной поверхности катушки.
9	Нагрев электрических аппаратов в переходных режимах. Повторно кратковременный режим работы.
10	Термическая стойкость электрических аппаратов. Адиабатический режим нагрева. Интеграл действия тока и интеграл действия плотности тока. Кривые адиабатического нагрева для проводниковых материалов
11	Контактные явления. Термины: раствор контакта; провал контакта; кажущаяся контактная поверхность; поверхность, воспринимающая усилие; альфа-пятна. Формула Хольма для сопротивления стягивания
12	Нагрев контактного пятна. Напряжение размягчения, плавления и кипения контактных материалов
13	Электродинамические силы в контактах. Сила стягивающего эффекта. Контурные силы
14	Режимы работы контактов. Характер сигнала при срабатывании контактного датчика. Отключение электрической цепи. Условия образования дугового разряда при размыкании электрической цепи. Методы уменьшения электрической эрозии контактов
15	Объемные электродинамические силы. Определение электродинамической силы по значениям векторов магнитного поля на поверхности тела. Давление электродинамических сил при резко-выраженном поверхностном эффекте
16	Энергетический метод определения электродинамических сил. Применение уравнений Лагранжа II-го рода для вывода уравнений движения проводящего тела под действием электродинамических сил. Разряд конденсатора на рельсотрон
17	Электродинамические силы, действующие на отрезки бесконечно тонких проводников с током в магнитном поле. Закон Био-Савара-Лапласа. Усилия,

	действующие на параллельные проводники, взаимно перпендикулярные проводники, на траверсу, соединяющую параллельные проводники. Усилие в витке с током. Электродинамические силы между двумя витками с током, расположенными на одной оси и лежащими в параллельных плоскостях. Усилие в месте изменения сечения проводника
18	Силы в системе с ферромагнитными проводниками. Преломление линий векторов статического магнитного поля на границе двух сред с различными магнитными проницаемостями. Метод зеркальных отражений для расчета магнитного поля в окрестности плоской границы ферромагнетика. Силы, действующие на провод с током и виток с током, расположенные около ферромагнитного полупространства. Работа стальной дугогасительной решетки электрического аппарата
19	Общие законы коммутации электрической цепи. Идеальный электрический ключ и его вольт-амперная характеристика. Энергетические оценки при коммутации активного сопротивления, емкости и индуктивности.
20	Включение электрической R-L цепи на постоянном и переменном токе. Отключение электрической цепи. Восстановление напряжения при размыкании идеального ключа в цепи постоянного тока
21	Отключение электрической цепи контактными аппаратами. Стадии электрического разряда в газе. Кривая Пашена. Статическая вольт-амперная характеристика дуги. Условие гашения дуги постоянного тока. Отключение в цепи переменного тока. Способы воздействия на электрическую дугу в коммутационных аппаратах
22	Электромагниты. Магнитное сопротивление и магнитная проводимость участка магнитной цепи. Законы Кирхгофа для магнитных цепей. Влияние потоков рассеивания на индуктивность в стержневой магнитной системе. Расчет индуктивности катушки бронированного цилиндрического электромагнита с учетом потоков рассеивания
23	Электромагниты переменного тока. Влияние рабочего зазора на величину тока в катушке электромагнита переменного тока. Потери в магнитопроводах из-за гистерезиса и вихревых токов. Влияние коротко-замкнутого витка
24	Сила тяги электромагнита. Статическая характеристика электромагнита и метод ее измерения. Сила тяги электромагнита переменного тока. Применение коротко-замкнутого витка. Сравнение электромагнитов постоянного и переменного тока
25	Динамика работы электромагнита при включении и отпуске электромагнита. Ускорение и замедление срабатывания и отпуске электромагнита. Динамика электромагнита переменного тока
26	Электромеханические реле. Характеристики управления аппаратов релейного действия. Классификация реле по области применения, по принципу действия, по выполняемым функциям. Термины: контакт-детали, контактный элемент, контактный узел. Согласование тяговых и механических характеристик реле
27	Электромагнитные реле. Поляризованные электромагнитные реле. Магнитоуправляемые контакты (герконы) и герконовые реле
28	Плавкие предохранители. Время-токовые характеристики плавких предохранителей. Нагрев плавкой вставки при коротком замыкании. Выбор предохранителя по условиям длительной эксплуатации, по условию пуска

	электрического двигателя, по условию селективного отключения
29	Аппараты тепловой и температурной защиты. Тепловое реле тока. Применение позисторов для температурной защиты обмоток электродвигателей
30	Контакторы и магнитные пускатели. Основные технические параметры контактора. Тяговая и противодействующая характеристики контактора. Контактно-дугогасительное устройство с системой магнитного дутья. Параллельное и последовательное включение катушки магнитного дутья
31	Автоматические выключатели. Классификация автоматов. Основные узлы универсального автоматического выключателя. Расцепители. Быстродействующие выключатели с индукционно-динамическим приводом
32	Аварийные режимы в цепях и способы защиты. Основные технические параметры электрических аппаратов управления и защиты
33	Выбор контакторов и магнитных пускателей для управления и защиты электрических двигателей.
34	Выбор автоматических выключателей для защиты электрических цепей и установок.
35	Электронные ключи. Статические режимы работы ключей. Динамические режимы работы ключей. Область безопасной работы и защита ключей
36	Силовые диоды. Статические реальные и аппроксимированные вольт-амперные характеристики диода. Динамические характеристики диода. Типовые параметры силового диода
37	Защита силовых диодов. Варисторы, их вольтамперные характеристики и типовые параметры
38	Мощные транзисторы. Основные типы, сравнение достоинств и недостатков этих типов. Мощные тиристоры. Основные типы. Реверсивно включаемый динистор и его типовая схема включения
39	Модули силовых ключей. Параллельное и последовательное соединение силовых ключей. Интегральные схемы (сборки) силовых полупроводниковых ключей. Твердотельные реле. Интеллектуальные силовые интегральные схемы
40	Пассивные компоненты. Потери мощности в магнитопроводах. Явление подмагничивания магнитопровода. Реакторы, обеспечения линейности (постоянной величины индуктивности)
41	Влияние формы и частоты напряжения на работу конденсатора. Потери мощности в конденсаторах. Конденсаторы для емкостных накопителей энергии. Схема замещения и фильтрующая способность электролитического конденсатора
42	Мощные резисторы. Теплоотвод в силовых электронных аппаратах. Типовые ихладители. Применение силиконовой смазки. Методы принудительного отвода тепла (конвекционное охлаждение, испарительное охлаждение)
43	Статические электронные аппараты постоянного тока. Транзисторные реле и контакторы. Влияние положительной обратной связи на характеристику вход-выход. Реализация релейной характеристики за счет положительной обратной связи. Схемы с положительной обратной связью по напряжению и току. Влияние индуктивности на процесс коммутации
44	Статические электронные аппараты переменного тока. Тиристорные контакторы с естественной и принудительной коммутацией.
45	Гибридные аппараты переменного тока. Схемы соединения электромеханических

	контактов с силовыми диодами. Схемы контактно-тиристорных аппаратов. Обеспечение автоматического включения тиристоров в схемах бездуговой коммутации
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2. Вопросы (задачи) для зачета / дифференцированного зачета (таблица 17)

Таблица 17 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифференцированного зачета
	Учебным планом не предусмотрено

3. Темы и задание для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта (таблица 18)

Таблица 18 – Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта

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

4. Вопросы для проведения промежуточной аттестации при тестировании (таблица 19)

Таблица 19 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
	Не предусмотрено

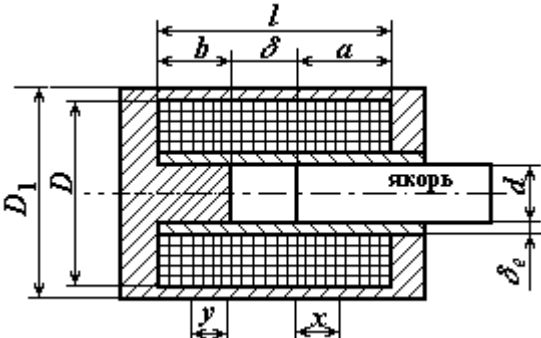
5. Контрольные и практические задачи / задания по дисциплине (таблица 20)

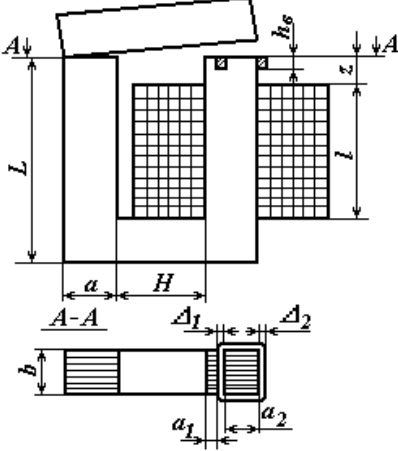
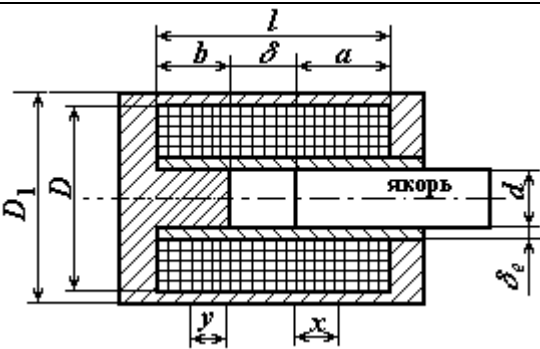
Таблица 20 – Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий

№ п/п	Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий
1	Определить тепловую мощность, выделяющуюся в одном метре длины медного шинпровода распределительного устройства, по которому протекает ток $I = 840$ А. Шинпровод нагрет до температуры $\nu = 90^\circ\text{C}$, его диаметр $D = 20$ мм.
2	Определить коэффициент поверхностного эффекта и тепловую мощность, выделяющуюся в одном метре длины круглого медного шинпровода, диаметром $d = 45$ мм, по которому протекает ток $I = 2400$ А промышленной частоты 50 Гц
3	Определить коэффициент поверхностного эффекта и тепловую мощность, выделяющуюся в одном метре длины круглого алюминиевого шинпровода, диаметром $d = 45$ мм, по которому протекает ток $I = 2400$ А промышленной частоты 50 Гц
4	Определить тепловую мощность, выделяющуюся в магнитопроводе электромагнита, катушка которого намотана круглым проводом диаметром $d = 4$ мм и имеет 250 витков. Магнитопровод выполнен из листовой электротехнической стали марки 1512, толщина листа $\delta = 0,5$ мм. Коэффициент заполнения магнитопровода $k_3 = 0,9$. При подключении катушки к источнику переменного напряжения частоты $f = 50$ Гц плотность тока составляет $j = 1,0$ А/мм ² . Размеры магнитопровода $a = b = 70$ мм, $H = 320$ мм, $B = 180$ мм.
5	Определить тепловую мощность, выделяющуюся в магнитопроводе

	<p>электромагнита, катушка которого намотана круглым проводом диаметром $d = 4$ мм и имеет 250 витков. Магнитопровод выполнен из сплошного бруса стали. При подключении катушки к источнику переменного напряжения частоты $f = 50$ Гц плотность тока составляет $j = 1,0$ А/мм². Размеры магнитопровода $a = b = 70$ мм, $H = 320$ мм, $B = 180$ мм</p>
6	<p>Определить длительно допустимую величину плотности переменного тока для бескаркасной цилиндрической катушки индуктивности, намотанной медным круглым проводом диаметром $d = 4$ мм. провода хлопчатобумажная без пропитки, число витков $N = 250$, высота катушки $H = 170$ мм, а ее внутренний и наружный диаметры $D_{вн} = 100$ мм, $D_{нар} = 155$ мм. Катушка находится в спокойном воздухе при температуре $\nu = 35^\circ\text{C}$</p>
7	<p>Определить длительно допустимую величину плотности переменного тока для цилиндрической катушки индуктивности, которая намотана проводом $d = 2$ мм, имеет число витков $N = 500$, наружный диаметр $D_{нар} = 136$ мм, внутренний диаметр $D_{вн} = 70$ мм, а ее высота $h = 72$ мм</p>
8	<p>Определить температуру поверхности цилиндрической катушки без магнитопровода, через которую протекает постоянный ток $I = 20$ А. Катушка с внутренним диаметром $D_{вн} = 100$ мм и наружным диаметром $D_{нар} = 160$ мм, высотой $h = 170$ мм, числом витков $N = 250$ расположена в спокойном воздухе, температура которого $\nu_0 = 35^\circ\text{C}$. Диаметр провода $d = 4$ мм</p>
9	<p>Определить тепловую мощность, проходящую через 1 м^2 текстолитовой плоской стенки, толщиной $\delta = 20$ мм. Разность температур на поверхностях стенки составляет $\Delta\nu = 30^\circ\text{C}$</p>
10	<p>Определить перепады температур в слоях плоской стенки площадью $S = 2\text{ м}^2$, которая выполнена из углеродистой стали $\delta_1 = 2$ мм и пенопласта толщиной $\delta_2 = 10$ мм, если количество теплоты, проходящей через стенку за 1 ч. составляет 1,9 кВт·ч. Теплопроводность стали $\lambda_1 = 54$ Вт/(м·К), пенопласта $\lambda_2 = 0,1$ Вт/(м·К)</p>
11	<p>Определить температуру наружной поверхности изоляции круглого медного проводника диаметром $d = 40$ мм, по которому протекает ток $I = 2250$ А, в результате чего поверхность оказывается нагретой до температуры $\nu = 60^\circ\text{C}$. Проводник покрыт двумя изоляционными слоями; слоем бумаги с теплопроводностью $\lambda_1 = 0,1$ Вт/(м·К) и слоем лакоткани с теплопроводностью $\lambda_2 = 0,2$ Вт/(м·К). Толщина слоя бумажной изоляции $\delta_1 = 4$ мм, толщина слоя изоляции из лакоткани $\delta_2 = 6$ мм</p>
12	<p>Вычислить допустимую силу тока алюминиевого проводника круглого поперечного сечения диаметром $d = 40$ мм, покрытого двумя слоями изоляции: слоем бумаги, толщина которого $\delta_1 = 4$ мм и слоем лакоткани, толщина которого $\delta_2 = 6$ мм. Допустимая температура наружной поверхности изоляции $\nu_2 = 80^\circ\text{C}$, внутренней поверхности $\nu_1 = 70^\circ\text{C}$. Теплопроводность для бумаги $\lambda_1 = 0,1$ Вт/(м·К), для лакоткани $\lambda_2 = 0,2$ Вт/(м·К)</p>
13	<p>Определить постоянную времени нагрева цилиндрической катушки постоянного тока, которая намотана круглым медным проводом диаметром $d = 2$ мм, имеет 500 витков, ее внутренний диаметр $D_{вн} = 70$ мм, наружный диаметр $D_{нар} = 140$ мм, высота $h = 70$ мм. Теплоотдача в окружающую среду, которой является спокойный воздух, осуществляется с боковых поверхностей и с торцов, коэффициент теплоотдачи $k_T = 20$ Вт/(м·К)</p>
14	<p>Вычислить время, через которое медная труба с поперечными размерами $d_{вн} = 25$ мм, $d_{нар} = 30$ мм нагреется до температуры $\nu = 110^\circ\text{C}$ в результате протекания тока $I = 9400$ А. С целью охлаждения по трубе протекает вода, средняя температура которой $\nu_{ср} = 40^\circ\text{C}$. Коэффициент теплоотдачи с внутренней поверхности трубы $k_{тр} = 1500$ Вт/(м²·К). Удельное сопротивление меди $\rho = 1,75 \cdot 10^{-8}$ Ом·м</p>

15	Вычислить время, через которое медная труба с поперечными размерами $d_{\text{вн}} = 25$ мм, $d_{\text{нар}} = 30$ мм нагреется до температуры $\nu = 110^\circ\text{C}$ в результате протекания тока $I = 9400$ А. Труба находится в спокойном воздухе, температура которого $\nu_0 = 40^\circ\text{C}$, коэффициент теплоотдачи с ее наружной поверхности $k_T = 15$ Вт/($\text{м}^2 \cdot \text{К}$). Удельное сопротивление меди $\rho = 1,75 \cdot 10^{-8}$ Ом·м
16	Определить допустимое число включений в 1 ч. катушки постоянного тока в повторно-кратковременном режиме нагрева, если время рабочего периода катушки $t_p = 150$ с и по ней протекает ток $I_{\text{пк}} = 12$ А. Катушка цилиндрическая, намотана круглым медным проводом диаметром $d = 2$ мм, имеет 500 витков, ее внутренний диаметр $D_{\text{вн}} = 70$ мм, наружный диаметр $D_{\text{нар}} = 140$ мм, высота катушки $h = 70$ мм. Катушка находится в спокойном воздухе, температура которого $\nu_0 = 35^\circ\text{C}$. С наружных поверхности катушки коэффициент теплоотдачи $k_T = 20$ Вт/($\text{м} \cdot \text{К}$). Изоляция провода хлопчатобумажная, без пропитки
17	Определить значение коэффициентов перегрузки по мощности и току стальной шины прямоугольного сечения 100×4 мм, нагреваемой прерывистым током $I = 600$ А через установленные промежутки времени. Допустимая температура нагрева шины $\nu_{\text{доп}} = 95^\circ\text{C}$. Шина находится в спокойном воздухе, температура которого $\nu_0 = 35^\circ\text{C}$, коэффициент теплоотдачи с поверхности шины $k_T = 12$ Вт/($\text{м}^2 \cdot \text{К}$), температура шины в результате протекания прерывистого тока достигает $\nu = 95^\circ\text{C}$
18	Определить усилие, действующее на 1 м длины прямолинейного проводника, по которому протекает постоянный ток $I = 10$ кА, если проводник находится в однородном постоянном магнитном поле, магнитная индукция в каждой точке проводника $B = 0,1$ Тл, а угол между вектором индукции и направлением тока $\gamma = 30^\circ$
19	Определить величину и направления усилия, действующего между двумя параллельными проводниками длиной $l = 1$ м. По проводникам, находящимся в воздухе на расстоянии $a = 3$ м друг от друга, протекают постоянные токи $i_1 = 10$ кА, $i_2 = 15$ кА
20	Определить электродинамическое усилие, действующее на переемычку, соединяющую две параллельные шины круглого сечения (рис. 2.3), если по шинам и переемычке протекает постоянный ток $I = 15$ кА, диаметр шин и переемычки $d = 20$ мм, расстояние между шинами $l = 0,5$ м, шины имеют бесконечную длину
21	Определить электродинамическое усилие, действующее на 1 м круглого проводника диаметром $d = 20$ мм. Проводник расположен на расстоянии $a/2 = 10$ см вдоль ферромагнитной стенки и по нему протекает ток $I = 1000$ А
22	Определить усилие, с которым проводник, проложенный вдоль ферромагнитной стенки на расстоянии 20 см от нее, притягивается к ней, если длина проводника $l = 0,5$ м и по нему течет ток $I = 10$ кА
23	Определить усилие, стремящееся разорвать круговой виток радиусом $R = 1$ м, если по нему протекает ток $I = 40$ кА. Диаметр поперечного сечения витка $d = 10$ мм
24	Определить усилие, с которым круглый проводник длиной $l = 1$ м и с током $I = 1500$ А притягивается к ферромагнитной стенке, если он находится на удалении $a = 20$ см. Ферромагнитная стенка имеет бесконечную магнитную проницаемость. Диаметр проводника $2r = 10$ мм. Вычислить также усилие, сжимающее проводник
25	Определить значение электродинамического усилия, действующего на 1 м круглого проводника, расположенного вдоль ферромагнитной стенки на расстоянии 10 см от нее, если по проводнику протекает ток 10 кА
26	Определить усилие, разрывающее проводник с током $I = 100$ кА в месте, где

	проводник изменяет свое поперечное сечение от $D = 50$ мм до $d = 20$ мм
27	 <p>Определить суммарную проводимость рабочих зазоров полюсов, показанных на рисунке, без учета выпучивания. Размеры полюсов: $b=0,02$ м, $r=0,02$ м, толщина полюсов (в направлении, перпендикулярном чертежу) $a=0,02$ м, $\delta=0,6$ мм, угол $\alpha=15^\circ$</p>
28	Определить суммарную проводимость рабочих зазоров полюсов, показанных на рисунке, без учета выпучивания. Размеры полюсов: $b=0,02$ м, $r=0,02$ м, толщина полюсов (в направлении, перпендикулярном чертежу) $a=0,02$ м, $\delta=0,6$ мм, угол $\alpha=0^\circ$
29	Найти падение магнитного потенциала в рабочих зазорах П-образного электромагнита с поворотным якорем и электромагнитный момент, развиваемый при зазоре $\delta = 0,6$ мм, угле $\alpha = 15^\circ$ и потоке $\Phi_\delta = 2 \cdot 10^{-4}$ Вб. Размеры электромагнита: $a = b = r = 20$ мм, $d_c = 15$ мм, $l = l_k = 60$ мм, $h = 60$ мм. Проводимость $\Lambda_{\delta\Sigma} = 33,4 \cdot 10^{-8}$ Гн
30	Найти падение магнитного потенциала в рабочих зазорах П-образного электромагнита с поворотным якорем и электромагнитный момент, развиваемый при зазоре $\delta = 0,6$ мм, угле $\alpha = 0^\circ$ и потоке $\Phi_\delta = 2 \cdot 10^{-4}$ Вб. Размеры электромагнита: $a = b = r = 20$ мм, $d_c = 15$ мм, $l = l_k = 60$ мм, $h = 60$ мм. Проводимость $\Lambda_{\delta\Sigma} = 44,5 \cdot 10^{-8}$ Гн
31	 <p>Определить МДС броневого электромагнита с плоским торцом якоря (рис. 5.17а), который должен развивать при конечном зазоре $\delta_k = 10$ мм силу $P_s = 480$ Н. $l = 88$ мм, $b = 42$ мм, $d = 33$ мм. Проводимость конечного зазора $\Lambda_{\delta k} = 117 \cdot 10^{-8}$ Гн. Падение МДС в стали не учитывать. Магнитный поток во всех сечениях магнитопровода считать одинаковым и равным потоку в зазоре δ.</p>
32	Быстродействующий электромагнит с размерами $a=30$ мм, $\delta_n = 2,4$ мм. Магнит на постоянном токе при МДС рабочей обмотки $F \approx 2670$ А ($N = 248$, $I = 10,8$ А) и рабочем зазоре δ_n создает магнитный поток $\Phi_m = 8,5 \cdot 10^{-4}$ Вб и развивает электромагнитную силу $P = 342$ Н. Определить число витков, необходимое для создания того же магнитного потока $\Phi_m = 8,5 \cdot 10^{-4}$ Вб (амплитудное значение) в случае питания обмотки переменным током напряжением $U = 127$ В с частотой $f = 50$ Гц, а также развиваемую этим потоком электромагнитную силу и намагничивающий ток при том же значении МДС обмотки. Магнитопровод

	набран из электротехнической стали с коэффициентом заполнения $k_c = 0,93$, якорь и стоп имеют квадратное сечение со стороной квадрата $a = 30$ мм
33	Быстродействующий электромагнит (рис. 5.20) с размерами $\alpha=30$ мм, $\delta_n = 2,4$ мм. Магнит на постоянном токе при МДС рабочей обмотки $F \approx 2670$ А. ($N = 248$, $I = 10,8$ А) и рабочем зазоре δ_n создает магнитный поток $\Phi_m = 8,5 \cdot 10^{-4}$ Вб и развивает электромагнитную силу $P = 342$ Н. Определить число витков, необходимое для создания того же магнитного потока $\Phi_m = 8,5 \cdot 10^{-4}$ Вб (амплитудное значение) в случае питания обмотки переменным током напряжением $U = 220$ В с частотой $f = 50$ Гц, а также развиваемую этим потоком электромагнитную силу и намагничивающий ток при том же значении МДС обмотки. Магнитопровод набран из электротехнической стали с коэффициентом заполнения $k_c = 0,93$, якорь и стоп имеют квадратное сечение со стороной квадрата $a = 30$ мм
34	 <p>Для клапанного электромагнита переменного тока (рисунок) определить активное сопротивление экранирующего витка. Геометрические размеры электромагнита: $\Delta_1 = 2$ мм, $\Delta_2 = 4$ мм, $a_1 = 3$ мм, $a_2 = 7$ мм, $a = 12$ мм, $b = 20$ мм, $h_b = 3$ мм, $H = 20$ мм, $L = 52$ мм. Виток выполнен из латуни ($\rho_{10^\circ C} = 7 \cdot 10^{-8}$ Ом·м), температура нагрева $\nu = +80^\circ C$ ($\alpha = 0,0015$ К⁻¹)</p>
35	Найти пульсацию электромагнитной силы в процентах для электромагнита переменного тока (рисунок). Потoki $\Phi_{\delta 1m} = 1,01 \cdot 10^{-4}$ Вб, $\Phi_{\delta 2m} = 1,13 \cdot 10^{-4}$ Вб, угол сдвига между ними равен $61^\circ 30'$. Геометрические размеры электромагнита: $\Delta_1 = 2$ мм, $\Delta_2 = 4$ мм, $a_1 = 3$ мм, $a_2 = 7$ мм, $a = 12$ мм, $b = 20$ мм, $h_b = 3$ мм, $H = 20$ мм, $L = 52$ мм
36	 <p>Для броневого электромагнита, эскиз которого приведен на рисунке, определить время трогания. Число витков обмотки $N=2420$, сопротивление $r_0 = 22$ Ом,</p>

	напряжение питания $U=36$ В. Длина катушки $l=88$ мм, длина стопа $b=42$ мм. При начальном зазоре $\delta_n=10$ мм длина якоря $a=36$ мм, а проводимость рабочего зазора $\Lambda_{\delta_n}=19,8 \cdot 10^{-8}$ Гн; удельная проводимость рассеивания $\lambda_{\sigma}=9 \cdot 10^{-6}$ Гн/м, конечный зазор $\delta_k=1$ мм. Противодействующая сила при начальном зазоре $P_{nn}=23$ Н
37	Для броневоегo электромагнита, эскиз которого приведен на рисунке, определить время трогания. Число витков обмотки $N=2420$, сопротивление $r_0 = 22$ Ом, напряжение питания $U=36$ В. Длина катушки $l=88$ мм, длина стопа $b=42$ мм. При начальном зазоре $\delta_n=10$ мм длина якоря $a=36$ мм, а проводимость рабочего зазора $\Lambda_{\delta_n}=19,8 \cdot 10^{-8}$ Гн; удельная проводимость рассеивания $\lambda_{\sigma}=9 \cdot 10^{-6}$ Гн/м, конечный зазор $\delta_k=1$ мм. Противодействующая сила при начальном зазоре $P_{nn}=20$ Н

10.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и / или опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в Положениях «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Целью дисциплины является получение студентами необходимых знаний, умений и навыков в области электрических и электронных аппаратов общепромышленного, судового и аэрокосмического применения

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, приходиться 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.

Методические указания для обучающихся по участию в семинарах

Семинар – один из наиболее сложных и в то же время плодотворных видов (форм) вузовского обучения и воспитания. В условиях высшей школы семинар – один из видов практических занятий, проводимых под руководством преподавателя, ведущего научные исследования по тематике семинара и являющегося знатоком данной проблемы или отрасли научного знания. Семинар предназначается для углубленного изучения дисциплины и овладения методологией применительно к особенностям изучаемой отрасли науки. При изучении дисциплины семинар является не просто видом практических занятий, а, наряду с лекцией, основной формой учебного процесса.

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.

Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающейся 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 обучающемуся 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.

Функции практических занятий:

- познавательная;
- развивающая;
- воспитательная.

По характеру выполняемых обучающимся заданий по практическим занятиям подразделяются на:

- ознакомительные, проводимые с целью закрепления и конкретизации изученного теоретического материала;

- аналитические, ставящие своей целью получение новой информации на основе формализованных методов;
- творческие, связанные с получением новой информации путем самостоятельно выбранных подходов к решению задач.

Формы организации практических занятий определяются в соответствии со специфическими особенностями учебной дисциплины и целями обучения. Они могут проводиться:

- в интерактивной форме (решение ситуационных задач, занятия по моделированию реальных условий, деловые игры, игровое проектирование, имитационные занятия, выездные занятия в организации (предприятия), деловая учебная игра, ролевая игра, психологический тренинг, кейс, мозговой штурм, групповые дискуссии);
- в не интерактивной форме (выполнение упражнений, решение типовых задач, решение ситуационных задач и другое).

Методика проведения практического занятия может быть различной, при этом важно достижение общей цели дисциплины.

Методические указания для обучающихся по прохождению 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 у 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.

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).

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».

- зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

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

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

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