

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

Кафедра № 32

УТВЕРЖДАЮ  
Руководитель программы

К.Т.Н., доц.

(должность, уч. степень, знание)

С.В. Солёный

(инициалы, фамилия)

(подпись)

«17» февраля 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Экспериментальные методы исследований»  
(Наименование дисциплины)

Код научной специальности	2.5.4.
Наименование научной специальности	Роботы, мехатроника и робототехнические системы
Наименование направленности (профиля) (при наличии)	
Год начала реализации программы	2025

Санкт-Петербург – 2025

## Лист согласования

Программу составил (а)

доц., к.т.н.

17.02.2025

Ю.А. Ганьшин

(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 32

«17» февраля 2025 г, протокол № 5

Заведующий кафедрой № 32

к.т.н., доц.

17.02.2025

С.В. Солёный

(уч. степень, звание)

(подпись, дата)

(инициалы, фамилия)

Ответственный за программу 2.5.4.(00)

доц., к.т.н., доц.

17.02.2025

О.Я. Солёная

(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

Ст. преп.

17.02.2025

Н.В. Решетникова

(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Экспериментальные методы исследований» входит в состав программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 2.5.4. «Роботы, мехатроника и робототехнические системы». Дисциплина реализуется кафедрой «№32».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с теоретическими основами и прикладными аспектами методов и методик исследования физико-технических объектов посредством физического и математического экспериментов.

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

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме зачета.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 1 зачетную единицу, 36 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Заключается в приобретении обучающимися профильных компетенций в области постановки физических и математических экспериментов для исследования физико-технических объектов. В процессе изучения формируется понимание целей, задач и содержания эксперимента и подготовки к нему, сущности и обеспечения методов и методик проведения экспериментов с контролем и определением электрических, температурных и вибрационных параметров и характеристик объектов. Обеспечивается представление о математическом эксперименте, численных методах, имитационном моделировании, методах математической статистики, применительно к анализу данных, полученных по результатам эксперимента.

1.2. Дисциплина входит в состав программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре.

1.3. В результате изучения дисциплины аспирант должен:

#### **знать:**

- методы исследования физико-технических объектов, процессов и материалов;
- навыками проведения численного эксперимента;

**уметь** проводить стандартные и сертификационные испытания технологических процессов и изделий с использованием современных аналитических средств технической физики;

**владеть** навыками исследования физико-технических объектов и работы с ними.

## 2. Место дисциплины в структуре программы

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

- «Математические методы оптимизации в научном исследовании»,
- «Организация диссертационных исследований»,

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

- «Технология и программные средства для создания интеллектуальных систем»,
- «Роботы, мехатроника и робототехнические системы».

## 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 1.

Таблица 1 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№2
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	1/ 36	1/ 36
Из них часов практической подготовки, (час)		
Аудиторные занятия, всего час.	7	7
в том числе:		
лекции (Л), (час)	7	7
практические/семинарские занятия		

(ПЗ), (час)		
экзамен, (час)		
Самостоятельная работа (СР), всего (час)	29	29
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Зачет	Зачет

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 2.

Таблица 2 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	СРС (час)
Семестр 2			
Раздел 1. Понятие об эксперименте. Метод и методика эксперимента	1		5
Раздел 2. Математические методы для подготовки, проведения и обработки результатов экспериментальных исследований	3		12
Раздел 3. Физические методы экспериментального исследования процессов в электрооборудовании по электрическим, температурным и вибрационным параметрам	4		12
Итого в семестре:	7		29
Итого	7	0	29

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 3.

Таблица 3 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	Цели и задачи эксперимента. Базовые понятия теории эксперимента. Основные составляющие подготовки к эксперименту и его планирования. Виды и содержание эксперимента. Определения и содержания метода и методики эксперимента.
2	Математико-статистические методы планирования эксперимента. Полный факторный эксперимент. Матрицы планирования, свойства, построение и реализация. Уровни и интервалы варьирования факторов. Числовые характеристики дискретных и непрерывных случайных величин. Распределения вероятностей случайных величин. Нормальное, экспоненциальное, Вейбулла. Методы анализа распределений вероятностей. Критерии нормальности распределения, проверки экспоненциальности распределения. Понятие о доверительных интервалах. Правило трех сигм. Проверка гипотез о значимости коэффициента корреляции. Корреляционный анализ. Регрессионный анализ. Понятие о математическом эксперименте, постановка задачи и организация. Классификация математических моделей. Адекватность и идентификация

	математической модели. Численные методы в моделировании. Имитационное моделирование: принципы, применение, программные средства для реализации.
<b>3</b>	Характер физических процессов в изоляции, токоведущих и ферромагнитных частях, контактных соединениях, элементах электрооборудования. Цели и задачи исследования таких процессов. Методы и методики исследования процессов в оборудовании по электрическим параметрам: контроль сопротивления изоляции, испытание повышенным напряжением, измерение сопротивления проводящих частей постоянному току. Понятие о коэффициенте абсорбции и индексе поляризации. Тангенс угла диэлектрических потерь и его измерение. Частичные разряды в электрооборудовании. Измерение параметров частичных разрядов в изоляции. Аппаратура для измерений электрических параметров на оборудовании: мега- и микроомметры, измерительные мосты, испытательные установки высокого напряжения, датчики тока и напряжения, датчики и измерительные системы контроля частичных разрядов. Методы и методики исследования процессов в оборудовании по температурным параметрам: контактный и бесконтактный контроль. Понятия о параметрах превышения температуры, избыточной температуры, коэффициенте дефектности. Факторы искажений в измерениях температуры бесконтактными методами. Термоэлектрические преобразователи (термопары) и термопреобразователи сопротивления. Пирометры и тепловизоры. Основные требования к средствам измерений. Методы и методики исследования процессов в оборудовании по вибрационным параметрам: измерения средних квадратических значений параметров виброускорения, виброскорости и виброперемещения, измерения параметров амплитудных спектров сигналов. Нормирование параметров вибрации для оборудования. Датчики и приборы для измерения параметров вибрации. Измерительные системы.

#### 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)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

#### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 2, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	19	19
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	5	5
Подготовка к промежуточной аттестации (программы аспирантуры)	5	5
Всего:	29	29

#### 5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 6-11.

## 6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 6.

Таблица 6– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
<a href="https://e.lanbook.com/book/59747">https://e.lanbook.com/ book/59747</a>	Кобзарь, А. И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников : учебное пособие / А. И. Кобзарь. — 2-е изд. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2012. — 816 с.	—
<a href="https://e.lanbook.com/book/163397">https://e.lanbook.com/ book/163397</a>	Ким, К. К. Средства электрических измерений и их поверка : учебное пособие для вузов / К. К. Ким, Г. Н. Анисимов, А. И. Чураков. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 316 с.	—
<a href="https://e.lanbook.com/book/98377">https://e.lanbook.com/ book/98377</a>	Старостин, А. А. Специальные температурные измерения : учебное пособие / А. А. Старостин, Е. М. Шлеймович, В. Г. Лисиенко. — Екатеринбург : УрФУ, 2016. — 168 с.	—
<a href="https://e.lanbook.com/book/231560">https://e.lanbook.com/ book/231560</a>	Кириллов, Г. А. Эксплуатация электрооборудования : учебное пособие / Г. А. Кириллов, Я. М. Кашин. — Краснодар : КубГТУ, 2015 — Часть 2 : Техническая диагностика и мониторинг технического состояния электрооборудования — 2015. — 203 с.	—

## 7. Перечень электронных образовательных ресурсов

информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
<a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a>	ЭБС «Лань»
<a href="https://test-energy.ru/">https://test-energy.ru/</a>	Образовательный портал TEST-ENERGY.ru

## 8. Перечень информационных технологий

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

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
1	Не предусмотрено

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

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 9.

Таблица 9– 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 таблице 10.

Таблица 10 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория	21-21

## 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации аспирантов по дисциплине приведен в таблице 11.

Таблица 11 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Зачет	Список вопросов; Тесты;

10.2. В качестве критериев оценки уровня освоения аспирантами дисциплины применяется 4-балльная шкала оценивания, которая приведена в таблице 12. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 12 – Критерии оценки уровня освоения дисциплины

Оценка	Характеристика уровня освоения дисциплины
4-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– аспирант глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью по направлению подготовки/ специальности;</li> <li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– аспирант твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью по направлению подготовки/ специальности;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– аспирант усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний по направлению подготовки/ специальности;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– аспирант не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении подготовки/ специальности;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> </ul>



Оценка	Характеристика уровня освоения дисциплины
4-балльная шкала	
	– 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 13.

Таблица 13 – Вопросы (задачи) для экзамена

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

Вопросы для зачета представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Вопросы для зачета

№ п/п	Перечень вопросов для зачета
1.	Цели и задачи эксперимента. Принцип наблюдаемости величин.
2.	Основные этапы подготовки к эксперименту. Определение гипотезы.
3.	Определения метода и методики эксперимента.
4.	Классификация эксперимента по виду и содержанию.
5.	Планирование эксперимента. Принципы стратегического и тактического планирования эксперимента.
6.	Повторяемость эксперимента. Требуемые точность и объем измерений.
7.	Понятия: метрика, наблюдения, результаты, факторы, прогоны, реплики, ячейки эксперимента.
8.	Задача и критерии оптимальности при планировании регрессионных экспериментов (статистическое моделирование)
9.	Полный факторный эксперимент. Матрица полного факторного эксперимента.
10.	Порядок поиска уравнения отклика для полного факторного эксперимента.
11.	Уровни факторов и интервалы варьирования.
12.	Статистические определения матожидания, дисперсии, среднего квадратического отклонения.
13.	Нормальное распределение вероятности случайной величины. Свойства, особенности.
14.	Экспоненциальное распределение вероятности случайной величины. Свойства, особенности.
15.	Распределение Вейбулла вероятности случайной величины. Свойства, особенности.
16.	Смысл критериев согласия для проверки распределений вероятностей случайных величин
17.	Правило трех сигм
18.	Оценка коэффициента корреляции при классическом анализе нормально распределенных величин
19.	Оценка коэффициентов регрессии по наименьшим квадратам при линейном регрессионном анализе
20.	Оценка адекватности регрессии при статистическом анализе уравнения
21.	Классификация математических моделей.
22.	Адекватность и идентификация математической модели.
23.	Численные методы в моделировании.
24.	Имитационное моделирование
25.	Факторы деградации изоляции, контактных соединений, токоведущих и ферромагнитных элементов электрооборудования
26.	Измерение сопротивления изоляции мегаомметром: принцип работы прибора, правила проведения измерений на оборудовании
27.	Контроль состояния изоляции испытанием повышенным напряжением промышленной частоты: физическая основа, основные этапы, аппаратура
28.	Контроль состояния изоляции методом измерения тангенса угла диэлектрических потерь: физическая основа, основные этапы, аппаратура
29.	Понятия о коэффициенте абсорбции и индексе поляризации
30.	Методы измерения сопротивления токоведущих частей постоянному току, аппаратура и требования к ней
31.	Природа возникновения частичных разрядов в изоляции
32.	Параметры ЧР, используемые при проведении исследования состояния изоляции

33.	Методы отстройки от помех и повышения точности при определении источника ЧР
34.	Разновидности первичных измерительных преобразователей для измерения ЧР, их характеристики и предпочтительные области применения
35.	Контактный метод измерения температуры элементов электрооборудования: области применения, техническое оснащение
36.	Бесконтактные методы измерения температуры элементов электрооборудования: области применения, техническое оснащение
37.	Параметры: превышение температуры, избыточная температура, коэффициент дефектности, при исследовании температурного состояния объекта
38.	Подходы к учету искажающих факторов при бесконтактных измерениях температур объектов
39.	Природа возникновения вибрации в динамическом вращающемся оборудовании. Понятия о среднем квадратическом значении параметров и их спектрах
40.	Способы измерения вибрации на невращающихся частях оборудования: контролируемые параметры, аппаратура

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
1	Что является функцией конденсатора обратной связи в схеме усилителя заряда пьезо элемента? А) Участие в процессе интегрирования тока сигнала В) То, что в схеме учитывается паразитная емкость экранированных проводов С) Участие в обеспечении этапа хранения в схеме выборки и хранения D) Сохранение напряжения смещения нуля Е) То, что в схеме учитывается емкость датчика, емкость присоединенной линии, емкость входной цепи
2	Выберите единицу измерения электрической проводимости? А) Сименс В) Ом С) Генри D) Вольт/Ом
3	По какому закону определяется величина мощности, выделяющаяся в нагрузочном сопротивлении при протекании тока? А) Кирхгофа В) Джоуля-Ленца С) Ома D) Фарадея
4	Ухудшение состояния чего характеризует наличие высоких утечек тока и частичных разрядов? А) Контактных соединений В) Изоляции С) Токоведущих частей D) Магнитопроводов
5	Что выражает тангенс угла диэлектрических потерь в изоляции? А) Рассеяние активной мощности в объеме изоляции; В) Падение напряжения на длине участка токоведущей части; С) Соотношение активного и индуктивного сопротивлений участка изоляции; D) Рост тока в проводниках цепи
6	С целью исследования состояния чего проводится испытание повышенным напряжением? А) Изоляции В) Контактных соединений С) Целостности проводников D) Крепежных элементов, корпусов
7	Укажите параметр частичного разряда, часто измеряемый в пК (мВ) и используемый при диагностике изоляции оборудования? А) Средний ток частичных разрядов В) Мощность частичных разрядов С) Частота следования частичного разряда D) Кажущийся заряд
8	Как называется подход, при котором разрядная активность оценивается по графическому

	<p>представлению совокупности точек, соответствующих разрядам, с отображением осциллограммы питающего напряжения?</p> <p>А) Анализ комбинации частотных и временных областей (TF плоскость);</p> <p>В) Выделение по времени прихода импульса от ЧР (times of arrival);</p> <p>С) Анализ амплитудно-фазо-частотных распределений импульсов ЧР (PRPD-диаграмм)</p> <p>Д) Матрицы перенаводки</p>
9	<p>В каком частотном диапазоне работают датчики частичных разрядов типа бесконтактных антенн?</p> <p>А) 20-700 кГц</p> <p>В) 1-10 МГц</p> <p>С) 0,5-80 МГц</p> <p>Д) 0,1-3 ГГц</p>
10	<p>Что является функцией пассивного RC-фильтра в усилителе с модуляцией и демодуляцией сигнала?</p> <p>А) То, что в нем входной сигнал модулируется высокой частотой</p> <p>В) Выделение информационного сигнала из модулированного сигнала высокой частоты</p> <p>С) Обеспечение пропускания только сигнала с частотой ниже частоты среза</p> <p>Д) Подавление аддитивной составляющей погрешности операционного усилителя благодаря подавлению постоянной составляющей сигнала</p>
11	<p>Что называется погрешностью результата измерений?</p> <p>А) Отклонение результатов последовательных измерений одной и той же физической величины</p> <p>В) Разность показаний двух разных приборов полученных на одной той же величине</p> <p>С) Отклонение результатов измерений от истинного (действительного) значения</p> <p>Д) Разность показаний двух однотипных приборов полученных на одной той же величине</p>
12	<p>Выберете первичный преобразователь, принцип действия которого основан для явления термо-ЭДС?</p> <p>А) Термопреобразователь сопротивления;</p> <p>В) Пирометр;</p> <p>С) <b>ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ</b> преобразователь – термопара;</p> <p>г) тепловизор</p>
13	<p>Какое преобразование энергий возможно в нагрузке сети, содержащей как индуктивные, так и емкостные элементы. Выберите несколько вариантов. Ответ обоснуйте.</p> <p>А) Обратимое преобразование электрической энергии в энергию магнитного поля</p> <p>В) Обратимое преобразование электрической энергии в энергию электрического поля</p> <p>С) Необратимое преобразование энергии электромагнитного поля в электрическую энергию</p> <p>Д) Необратимое преобразование электрической энергии в тепловую энергию</p> <p>Е) Необратимое преобразование электрической энергии в энергию электромагнитного поля</p>
14	<p>Какое преобразование энергий возможно в нагрузке сети, содержащей только резистивные элементы? Выберите несколько вариантов. Ответ обоснуйте.</p> <p>А) Обратимое преобразование электрической энергии в энергию электрического поля</p> <p>В) Необратимое преобразование электрической энергии в тепловую энергию</p> <p>С) Необратимое преобразование электрической энергии в химическую энергию во внутреннем сопротивлении источника энергии</p> <p>Д) Обратимое преобразование электрической энергии в тепловую энергию</p>
15	<p>Что такое относительная погрешность измерения. Выберите несколько вариантов. Ответ обоснуйте.</p> <p>А) Погрешность, являющаяся следствием влияния отклонения в сторону какого-либо из параметров, характеризующих условия измерения</p> <p>В) Составляющая погрешности измерений не зависящая от значения измеряемой величины</p> <p>С) Абсолютная погрешность деленная на действительное значение</p> <p>Д) Составляющая погрешности измерений, обусловленная несовершенством принятого метода измерений</p> <p>Е) Погрешность результата косвенных измерений, обусловленная воздействием всех частных погрешностей измеряемых величин</p> <p>Ф) Отношение разницы результата измерения и значения физической величины к этому значению физической величины</p>
16	<p>Какими могут быть в соответствии с принципом действия электромагнитные преобразователи? Выберите несколько вариантов. Ответ обоснуйте.</p> <p>А) Магнитоэлектрическими</p> <p>В) Электретными</p> <p>С) Индуктивными</p> <p>Д) Траверсивными</p>
17	<p>Что такое систематическая погрешность измерения. Выберите несколько вариантов. Ответ обоснуйте.</p> <p>А) Погрешность, не зависящая от значения измеряемой величины</p>

	<p>В) Составляющая погрешности измерения, повторяющаяся в серии измерений</p> <p>С) Составляющая погрешности измерений, обусловленная несовершенством принятого метода измерений</p> <p>Д) Составляющая погрешности измерения, остающаяся постоянной или закономерно изменяющейся при повторных измерениях</p>
18	<p>Что означает то, что параметр коэффициента ослабления синфазного сигнала у схемы измерителя 1 больше чем у схемы измерителя 2? Выберите несколько вариантов. Ответ обоснуйте.</p> <p>А) Погрешности, вызванные синфазной помехой у схемы 1 меньше чем у схемы 2;</p> <p>В) Погрешности, вызванные синфазной помехой у схемы 1 больше чем у схемы 2</p> <p>С) Коэффициент передачи синфазного сигнала у схемы 1 больше чем у схемы 2</p> <p>Д) Коэффициент передачи синфазного сигнала у схемы 1 меньше чем у схемы 2</p>
19	<p>Выберете схему усиления преобразователя, содержащую один операционный усилитель. Выберите несколько вариантов.</p> <p>А) Инвертирующая схема</p> <p>В) Одноканальная ПКД-схема</p> <p>С) Дифференцирующая схема</p> <p>Д) Двухканальная МДМ-схема</p>
20	<p>Укажите, какой участок ВАХ стабилитрона является рабочим?</p> <p>А) Прямой</p> <p>Б) Обратный</p> <p>В) Вся ВАХ</p> <p>Г) Участок с отрицательными значениями напряжения</p>
21	<p>Чему равно реактивная проводимость индуктивной нагрузки в цепи гармонического тока. Выберите несколько вариантов. Ответ обоснуйте.</p> <p>А) Частному единицы от произведения циклической частоты тока на емкость</p> <p>В) Частному циклической частоты тока от индуктивности</p> <p>С) Величине обратной реактивному сопротивлению элемента</p> <p>Д) Величине обратной активному сопротивлению элемента</p> <p>Е) Произведению циклической частоты тока на индуктивность</p>
22	<p>Чему равно реактивное сопротивление индуктивной нагрузки в цепи гармонического тока. Выберите несколько вариантов. Ответ обоснуйте.</p> <p>А) Произведению циклической частоты тока на индуктивность</p> <p>В) Частному циклической частоты тока от индуктивности</p> <p>С) Величине обратной реактивной проводимости элемента</p> <p>Д) Величине обратной активному сопротивлению элемента</p> <p>Е) Частному единицы от произведения циклической частоты тока на индуктивность</p>
23	<p>Чему равно реактивное сопротивление емкостной нагрузки в цепи гармонического тока. Выберите несколько вариантов. Ответ обоснуйте.</p> <p>А) Произведению циклической частоты тока на емкость</p> <p>В) Частному циклической частоты тока от емкости</p> <p>С) Величине обратной реактивной проводимости элемента</p> <p>Д) Величине обратной активному сопротивлению элемента</p> <p>Е) Частному единицы от произведения циклической частоты тока на емкость</p>
24	<p>Чему равна реактивная проводимость емкостной нагрузки в цепи гармонического тока. Выберите несколько вариантов. Ответ обоснуйте.</p> <p>А) Произведению циклической частоты тока на емкость</p> <p>В) Частному циклической частоты тока от емкости</p> <p>С) Величине обратной реактивному сопротивлению элемента</p> <p>Д) Величине обратной активной проводимости элемента</p> <p>Е) Частному единицы от произведения циклической частоты тока на емкость</p>
25	<p>Установите последовательность основных сигналов, используемых в средствах измерений по степени квантования, начиная с аналоговых.</p> <p>А) Непрерывные по информативному параметру и по времени</p> <p>В) Непрерывные по информативному параметру и дискретные по времени</p> <p>С) Непрерывные по времени и дискретные по информативному параметру</p> <p>Д) Дискретные по информативному параметру и по времени.</p>
26	<p>Установите верную последовательность преобразований сигнала измерительного МДМ усилителя.</p> <p>А) Фильтрация с помощью ФНЧ.</p> <p>В) Модуляция.</p> <p>С) Демодуляция.</p> <p>Д) Усиление.</p>
27	<p>Установите верную последовательность преобразований сигнала измерительного ПКД усилителя.</p>

	<p>А) Фильтрация с помощью ФНЧ.</p> <p>В) Устранение просечек с помощью выборки и хранения.</p> <p>С) Исключение напряжения смещения нуля.</p> <p>Д) Усиление.</p>
28	<p>Установите верную последовательность преобразований сигнала измерительного составного прецизионного усилителя, основанного на МДМ-усилителе и широкополосном инвертирующем усилителе.</p> <p>А) Усиление в <math>K_x</math> раз, где <math>K_x</math> меньше 20.</p> <p>В) Фильтрация с помощью ФНЧ.</p> <p>С) Модуляция.</p> <p>Д) Демодуляция.</p> <p>Е) Усиление в <math>K_u</math> раз, где <math>K_u</math> много больше 20.</p>
29	<p>Установите верную последовательность преобразований сигнала в измерительного двухканальном МДМ усилителе.</p> <p>А) Устранение высоких частот.</p> <p>В) Снижение частоты.</p> <p>С) Увеличение частоты.</p> <p>Д) Усиление.</p>
30	<p>Установите последовательность преобразований сигнала при его прохождении через измерительный усилитель, выполненный на основе трех операционных усилителей.</p> <p>А) Прохождение через повторитель</p> <p>В) Усиление сигнала по переменному току</p> <p>С) Устранение синфазной составляющей</p> <p>Д) Прохождение сигнала через управляемый потенциометр</p>
31	<p>Какое назначение трансформатора в выпрямительных схемах?</p> <p>А) Для развязки электрической сети и нагрузки</p> <p>В) Для изменения значения переменного напряжения, получаемого от источника энергии, с целью приведения его в соответствие со значением требуемого выпрямленного напряжения</p> <p>С) Для более стабильной работы выпрямителя при колебаниях напряжения источника питания</p>
32	<p>Что в измерительном дифференциальном усилителе, содержащем один операционный усилитель, влияет на погрешность, вызванную синфазным сигналом?</p> <p>А) Не равны друг другу коэффициенты передачи по входам схемы</p> <p>В) Отрицательная обратная связь в заданной схеме не может сделать сигналы входов операционного усилителя равными</p> <p>С) Положительная обратная связь в заданной схеме не может сделать сигналы входов операционного усилителя равными</p> <p>Д) Входное сопротивление входов операционного усилителя не является равным бесконечности и обычно не превышает 100МОм</p>
33	<p>Выберите причину, почему возникает погрешность смещения нуля на измерительном операционном усилителе?</p> <p>А) Не равны друг другу коэффициенты передачи по входам схемы</p> <p>В) Отрицательная обратная связь в заданной схеме не может сделать сигналы входов операционного усилителя равными</p> <p>С) Положительная обратная связь в заданной схеме не может сделать сигналы входов операционного усилителя равными</p> <p>Д) Входное сопротивление входов операционного усилителя не является равным бесконечности и обычно не превышает 100МОм</p>
34	<p>Что является недостатком рассмотренной в ходе курса схемы измерительного усилителя, основанного на двух операционных усилителях?</p> <p>А) Невозможность обеспечивать высокое входное сопротивление из-за того, что входное сопротивление схемы определяется номиналов входных резисторов, которые напрямую участвуют в преобразование сигнала и при регулировке которых должно происходить изменение коэффициента усиления</p> <p>В) Низкая полоса пропускания; можно создать отдельный прибор для пропускания сигнала низкой частоты и отдельный прибор для пропускания сигнала высокой частоты; недостаток разрешается созданием двухканального операционного усилителя</p> <p>С) Необходимость подбора коэффициента передачи и напряжения насыщения операционного усилителя подходящими исходя из максимального значения синфазной составляющей сигнала</p>
35	<p>Что является недостатком дифференциальной схемы подключения операционного усилителя, основанного на одном операционном усилителе?</p> <p>А) Невозможность обеспечивать высокое входное сопротивление из-за того, что входное</p>

	<p>сопротивление схемы определяется номиналов входных резисторов, которые напрямую участвуют в преобразование сигнала и при регулировке которых должно происходить изменение коэффициента усиления</p> <p>В) Низкая полоса пропускания; можно создать отдельный прибор для пропускания сигнала низкой частоты и отдельный прибор для пропускания сигнала высокой частоты; недостаток разрешается созданием двухканального операционного усилителя</p> <p>С) Необходимость подбора коэффициента передачи и напряжения насыщения операционного усилителя подходящими исходя из максимального значения синфазной составляющей сигнала</p>
36	<p>Что является недостатком усилителя с модуляцией и демодуляцией сигнала?</p> <p>А) Невозможность обеспечивать высокое входное сопротивление из-за того, что входное сопротивление схемы определяется номиналов входных резисторов, которые напрямую участвуют в преобразование сигнала и при регулировке которых должно происходить изменение коэффициента усиления</p> <p>В) Низкая полоса пропускания; можно создать отдельный прибор для пропускания сигнала низкой частоты и отдельный прибор для пропускания сигнала высокой частоты; недостаток разрешается созданием двухканального операционного усилителя</p> <p>С) Необходимость подбора коэффициента передачи и напряжения насыщения операционного усилителя подходящими исходя из максимального значения синфазной составляющей сигнала</p>
37	<p>Сопоставьте название объекта и его определение.</p> <p>А) Измерительный преобразователь</p> <p>В) Измерительная система</p> <p>С) Измерительный прибор</p> <p>1) Средство измерений, предназначенное для выработки сигнала информации в форме, доступной для восприятия наблюдателем.</p> <p>2) Совокупность функционально объединенных измерительных, вычислительных и вспомогательных средств для получения измерительной информации.</p> <p>3) Средство измерений, предназначенное для выработки сигнала информации в форме, удобной для передачи, преобразования, обработки и хранения.</p> <p>Ответ 1С, 2В, 3А</p>
38	<p>Сопоставьте обозначение и тип метрологической характеристики в электрических измерениях</p> <p>А) Частная характеристика</p> <p>В) Функция влияния</p> <p>С) Характеристика случайной составляющей</p> <p>1) Характеристика погрешностей средств измерения</p> <p>2) Характеристика чувствительности средств измерения к влияющим величинам</p> <p>3) Динамическая характеристика средств измерения</p> <p>Ответ 1С, 2В, 3А</p>
39	<p>Сопоставьте название и тип метрологической характеристики при электрических измерениях</p> <p>А) Характеристика систематической составляющей</p> <p>В) Выходное полное сопротивление</p> <p>С) Цена деления шкалы измерительного прибора</p> <p>1) Характеристика погрешностей средств измерения</p> <p>2) Характеристика взаимодействия средств измерений с объектом исследований</p> <p>3) Характеристика, предназначенная для определения результатов измерения</p> <p>Ответ 1А, 2В, 3С</p>
40	<p>Сопоставьте название и описание математической модели сигнала</p> <p>А) Квазидетерминированный</p> <p>В) Случайный</p> <p>С) Комбинированный</p> <p>1) Для математического описания сигнала используются различные детерминированные функции времени</p> <p>2) Математическое описание такого сигнала основывается на теории вероятностей и теории случайных функций</p> <p>3) Сигнал состоит из сигнала измерительной информации и помех</p>
41	<p>Установите соответствие между погрешностью и законом распределения.</p> <p>А) Равномерный закон распределения</p> <p>В) Трапецевидный закон распределения</p> <p>С) Двухмодальный закон распределения</p> <p>1) Погрешность, с одинаковой вероятностью принимающая любые не выходящие за заданный интервал значения</p> <p>2) Погрешность из двух независимых составляющих, с одинаковой вероятностью принимающая любые значения на интервалах разной ширины</p>

	3) Погрешность от люфта кинематических механизмов или от гистерезиса
42	<p>Найдите соответствие между законом распределения и погрешностью измерений</p> <p>А) Погрешность, с одинаковой вероятностью принимающая любые не выходящие за заданный интервал значения</p> <p>В) Погрешность из двух независимых составляющих, с одинаковой вероятностью принимающая любые значения на интервалах одинаковой ширины</p> <p>С) Погрешность, образующаяся под действием совокупности различных, независимых друг от друга причин.</p> <p>1) Равномерный закон распределения</p> <p>2) Треугольный закон распределения</p> <p>3) Нормальный закон распределения</p>
43	<p>Установите соответствие между погрешностью и причиной погрешности</p> <p>А) Динамическая погрешность</p> <p>В) Случайная погрешность</p> <p>С) Методическая погрешность</p> <p>1) Возникает из-за различного характера изменения измеряемой величины</p> <p>2) Возникает из-за режима работы используемого средства измерений</p> <p>3) Возникает из-за отличия принимаемой в рамках эксперимента зависимости между измеряемой величиной и выходным сигналом средства измерений от их реальной зависимости</p>
44	<p>Найдите соответствие между погрешностью и причиной погрешности</p> <p>А) Статическая погрешность</p> <p>В) Инструментальная погрешность</p> <p>С) Промех (грубая погрешность измерения)</p> <p>1) Возникает из-за несовершенства свойств используемых средств измерения</p> <p>2) Возникает из-за режима работы используемого средства измерений</p> <p>3) Возникает при внезапных кратковременных изменениях условий эксперимента</p>
45	<p>Укажите соответствие между видами сигналов и помех и их примерными значениями при подаче на инвертирующий вход дифференциальной схемы усиления напряжения <math>u_{вх1} = 0,07</math> В, а на неинвертирующий – напряжения <math>u_{вх2} = 0,05</math> В.</p> <p>1) Дифференциальный сигнал.</p> <p>2) Синфазный сигнал.</p> <p>3) Напряжение смещения нуля.</p> <p>4) Погрешность резистивных делителей.</p> <p>А) 0,06 В.</p> <p>В) 0,02 В.</p> <p>С) 10 мВ</p> <p>Д) 0,2 мВ</p>
46	<p>Установите соответствие между видом измерительного усилителя и признаком, определяющим его работу.</p> <p>1) Одноканальный ПКД усилитель</p> <p>2) Одноканальный МДМ усилитель</p> <p>3) Дифференциальный усилитель</p> <p>А) Всегда имеет коэффициент усиления не более 20.</p> <p>В) Устраняет погрешность смещения нуля</p> <p>С) Усиливает разность входных сигналов.</p>
47	<p>Установите соответствие между параметром интегрального операционного усилителя и порядком его величины в основных единицах измерения.</p> <p>1) Напряжение смещения нуля</p> <p>2) Дифференциальный коэффициент усиления</p> <p>3) Входное сопротивление</p> <p>4) Напряжение питания</p> <p>А) Сотни тысяч</p> <p>В) Тысячные доли</p> <p>С) Десятки миллионов</p> <p>Д) Единицы.</p>
48	<p>Установите соответствие между параметром интегрального операционного усилителя и порядком его величины в основных единицах измерения.</p> <p>1) Динамический диапазон по выходу.</p> <p>2) Коэффициент передачи синфазного сигнала.</p> <p>3) Выходное сопротивление.</p> <p>4) Средний входной ток.</p>

	А) Сотни тысяч. В) Десятитысячные доли единицы. С) Миллионные доли единицы. D) Десятые доли единицы.
49	В какую энергию преобразуется энергия источника в электрической цепи с резистивной нагрузкой?
50	Какой параметр синусоидального тока нужно знать дополнительно, чтобы записать закон изменения тока как комплексную амплитуду?
51	Мгновенные значения тока и напряжения в нагрузке заданы следующими выражениями: $i(t)=0,2\sin(376,8t+80^\circ)\text{A}$ , $u(t)=250\sin(376,8t+170^\circ)\text{В}$ . Определить тип нагрузки.
52	В какой цепи можно получить резонанс напряжений?
53	Укажите формулу для расчёта мощности, выделяемой на резистивной нагрузке.
54	Чему будет равен общий ток $I$ , если в нагрузке $R$ и $L$ соединены параллельно $IR=0,3\text{ A}$ , $IL=0,4\text{ A}$ ?
55	Чему будет равно полное сопротивление нагрузки цепи $Z$ при последовательном соединении элементов $R, L, C$ , если $R=8\text{ Ом}$ , $XL=12\text{ Ом}$ , $Xc=6\text{ Ом}$ ?
56	Какое напряжение покажет вольтметр на входе последовательной $R, L, C$ цепи, если $U_R=10\text{ В}$ , $U_L=50\text{ В}$ , $U_C=50\text{ В}$ ?
57	Какой ток покажет амперметр, включенный в последовательном контуре $R, L, C$ , если $U_{BX}=10\text{ В}$ , $U_L=50\text{ В}$ , $U_C=50\text{ В}$ , $R=10\text{ Ом}$ ?
58	Опишите области применения измерительных трансформаторов постоянного тока и напряжения?
59	На каких нагрузках выполняют делители напряжения?
60	Опишите области применения измерительных трансформаторов переменного тока?

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания уровня освоения дисциплины, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации аспирантов 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:

- Цели, содержание и виды эксперимента. Понятия в теории эксперимента. Основы планирования эксперимента;



- Математические методы в подготовке, проведении и обработке результатов эксперимента;
- Методы физического эксперимента по исследованию процессов в элементах электрооборудования. Физические основы. Проведение. Измерительная аппаратура.

#### 11.2. 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).

#### 11.3. 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. Реализуется посредством беседы с обучающимися по содержанию выполненных лабораторных работ и реферата. Тематика рефератов определяется преподавателем в течение семестра и может быть связана с анализом математических методов в подготовке, проведении и обработке результатов экспериментов и с реализацией методов и методик физических экспериментов применительно к исследованию физических процессов в электрооборудовании с измерениями электрических, температурных и вибрационных параметров.

Система оценок при проведении текущего контроля успеваемости 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». Результаты текущего контроля успеваемости не будут учитываться при проведении промежуточной аттестации.

#### 11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- 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».

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