

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

---

Кафедра №32

«УТВЕРЖДАЮ»  
Руководитель направления  
д.т.н., проф.  
(должность, уч. степень, звание)  
В.Ф. Шишляков  
(подпись)

«28» мая 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Экспериментальные методы исследований»  
(Название дисциплины)

Код направления	16.03.01
Наименование направления/ специальности	Техническая физика
Наименование направленности	Физические методы контроля качества и диагностики
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург 2019 г.

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил(а)

К.т.н., доцент

должность, уч. степень, звание



22.05.2019

подпись, дата

О.Я. Соленая

инициалы, фамилия

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

подпись, дата

А.Л. Ронжин

инициалы, фамилия

Ответственный за ОП 16.03.01(01)

доц., к.т.н., доц.

должность, уч. степень, звание



28.05.2019

подпись, дата

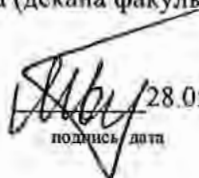
М.В. Бураков

инициалы, фамилия

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

доц., к.т.н., доц.

должность, уч. степень, звание



28.05.2019

подпись, дата

М.В. Бураков

инициалы, фамилия

## Аннотация

Дисциплина «Экспериментальные методы исследований» входит в базовую часть образовательной программы подготовки обучающихся по направлению 16.03.01 «Техническая физика» направленность «Физические методы контроля качества и диагностики». Дисциплина реализуется кафедрой №32.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника

общекультурных компетенций:

ОК-7 «способность к самоорганизации и самообразованию»;

общепрофессиональных компетенций:

ОПК-3 «способность к теоретическим и экспериментальным исследованиям в избранной области технической физики, готовность учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности»;

профессиональных компетенций:

ПК-4 «способность применять эффективные методы исследования физико-технических объектов, процессов и материалов, проводить стандартные и сертификационные испытания технологических процессов и изделий с использованием современных аналитических средств технической физики»,

ПК-6 «готовность составить план заданного руководителем научного исследования, разработать адекватную модель изучаемого объекта и определить область ее применимости»,

ПК-9 «способность использовать технические средства для определения основных параметров технологического процесса, изучения свойств физико-технических объектов, изделий и материалов»,

ПК-10 «способность применять современные информационные технологии, пакеты прикладных программ, сетевые компьютерные технологии и базы данных в предметной области для расчета технологических параметров»,

ПК-11 «способность использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации изделий, элементы экономического анализа в практической деятельности».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением особенностей проведения научно-технических экспериментов и использования математических методов для исследования физических процессов в электротехнике.

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

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

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

Основной целью изучения дисциплины является ознакомление студентов с особенностями современных методов и средств научных исследований; приобретение необходимых знаний для самостоятельного планирования экспериментальных исследований, связанных с решением научно-инженерных физических задач; овладение современными навыками организации и проведения автоматизированного физического эксперимента; развитие навыков самостоятельных исследований, способностей, творческого осмысления получаемых результатов и видения новых перспектив в результате физических экспериментов.

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

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

ОК-7 «способность к самоорганизации и самообразованию»:

знать - принципы действия и возможности современных приборов;

уметь - производить отбор экспериментальных методов, аппаратуры, методик измерений, наиболее адекватных для решения конкретных прикладных задач;

владеть навыками - проведения инженерных экспериментов;

иметь опыт деятельности - выбора для прикладных задач оптимальных методов исследования и аппаратуры;

ОПК-3 «способность к теоретическим и экспериментальным исследованиям в избранной области технической физики, готовность учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности»:

знать - особенности планирования экспериментальных исследований;

уметь - выбирать методы измерения требуемых характеристик в зависимости от конкретных условий;

владеть навыками - анализа необходимых условий эксперимента;

иметь опыт деятельности - работы с измерительной аппаратурой;

ПК-4 «способность применять эффективные методы исследования физико-технических объектов, процессов и материалов, проводить стандартные и сертификационные испытания технологических процессов и изделий с использованием современных аналитических средств технической физики»:

знать - способы обработки и определения погрешности результатов; принципы действия и возможности современных приборов;

уметь - обрабатывать результаты измерений;

иметь опыт деятельности - выбирать методы измерения требуемых характеристик в зависимости от конкретных условий;

ПК-6 «готовность составить план заданного руководителем научного исследования, разработать адекватную модель изучаемого объекта и определить область ее применимости»:

знать - основные физические методы анализа и их области применения;

уметь - осуществлять анализ и интерпретацию результатов реальных научно-исследовательских работ в области технической физики;

иметь опыт деятельности - осуществлять анализ и интерпретацию результатов реальных научно-исследовательских работ в области технической физики;

ПК-9 «способность использовать технические средства для определения основных параметров технологического процесса, изучения свойств физико-технических объектов, изделий и материалов»:

знать - способы обработки и анализа экспериментальных результатов;

уметь - оценивать предлагаемые варианты управленческих решений и разработать и обосновать предложения по их совершенствованию с учетом критериев социально-экономической эффективности;

владеть навыками - проведения инженерных экспериментов;

иметь опыт деятельности - работы с измерительной аппаратурой;

ПК-10 «способность применять современные информационные технологии, пакеты прикладных программ, сетевые компьютерные технологии и базы данных в предметной области для расчета технологических параметров»:

знать - особенности планирования экспериментальных исследований;

уметь - применять методы экспериментального исследования в соответствующей области техники;

владеть навыками - применения методов экспериментального исследования;

иметь опыт деятельности - обозначать приоритетные цели и задачи, координировать работу коллектива;

ПК-11 «способность использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации изделий, элементы экономического анализа в практической деятельности»:

знать - основные физические методы анализа и их области применения;

уметь - производить отбор экспериментальных методов, аппаратуры, методик измерений, наиболее адекватных для решения конкретных прикладных задач;

владеть навыками - выбора для прикладных задач оптимальных методов исследования и аппаратуры.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Математические методы моделирования физических процессов;
- Метрология, стандартизация и сертификация;
- Физика;
- Электротехника.

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

- Исследование технологических процессов и изделий средствами технической физики;
- Электрофизические технологии процессов.

## 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
		№6
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/(час)</b>	4/ 144	4/ 144
<i>Аудиторные занятия</i> , всего час., <i>В том числе</i>	68	68

лекции (Л), (час)	17	17
Практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	51	51
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
Экзамен, (час)		
<b>Самостоятельная работа</b> , всего	76	76
<b>Вид промежуточного контроля:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Дифф. Зач.	Дифф. Зач.

#### 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 6					
Раздел 1. Роль эксперимента в физике. Тема 1.1. Классификация экспериментальных методов исследования. Экспериментальные методы измерения физических величин. Тема 1.2. Систематические и случайные ошибки. Абсолютная и относительная ошибка конечного результата измерений.	3				15
Раздел 2. Аппаратура для экспериментальных исследований. Сведения об основных типах стандартных измерительных приборов и устройств. Тема 2.1. Измерения с использованием приборов. Точность измерений. Тема 2.2. Классификация и способы оценки погрешности измерений. Вероятная погрешность. Представление окончательного результата.	3		12		15
Раздел 3. Классификация исследуемых объектов и явлений. Тема 3.1. Исследование характеристик различных типов электрических нагрузок. Тема 3.2. Исследование особенностей взаимной индукции при встречном и согласном подключении индуктивных нагрузок.	4		20		15
Раздел 4. Диагностика и контроль качества материалов и электрооборудования. Тема 4.1. Методы измерения температуры. Основные сведения о температурных	4		16		16

шкалах. Физические основы термометрии. Тема 4.2. Бесконтактные методы измерения температуры. Физические основы пирометрии. Тема 4.3. Конструкция и схемы пирометров. Особенности методики измерения величин при использовании пирометров при сверхвысоких температурах. Тема 4.4. Особенности применения электронно-силового микроскопа в электротехнике и электроэнергетике. Определение оптимальных условий измерения. Запись измерений и результатов.					
Раздел 5. Основы анализа экспериментальных данных. Тема 5.1. Анализ результатов прямых измерений. Анализ результатов измерений случайной величины. Распределение Гаусса. Тема 5.2. Косвенные измерения. Функции случайных величин. Тема 5.3. Анализ результатов совместных измерений. Измерение функциональных зависимостей. Интерполяция и аппроксимация экспериментальных данных. Метод наименьших квадратов.	3		3		15
Итого в семестре:	17		51		76
Итого:	17	0	51	0	76

#### 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	Роль эксперимента в физике. Классификация экспериментальных методов исследования. Экспериментальные методы измерения физических величин. Систематические и случайные ошибки. Абсолютная и относительная ошибка конечного результата измерений.
2	Аппаратура для экспериментальных исследований. Сведения об основных типах стандартных измерительных приборов и устройств. Измерения с использованием приборов. Точность измерений. Классификация и способы оценки погрешности измерений. Вероятная погрешность. Представление окончательного результата.
3	Классификация исследуемых объектов и явлений. Исследование характеристик различных типов электрических нагрузок. Исследование особенностей взаимоиндукции при встречном и согласном подключении индуктивных нагрузок.
4	Диагностика и контроль качества материалов и электрооборудования. Методы измерения температуры. Основные сведения о температурных шкалах. Физические основы термометрии. Бесконтактные методы измерения температуры. Физические основы пирометрии. Конструкции и схемы пирометров. Особенности методики измерения величин при использовании пирометров при сверхвысоких температурах. Особенности

	применения электронно-силового микроскопа в электротехнике и электроэнергетике. Определение оптимальных условий измерения. Запись измерений и результатов.
5	Основы анализа экспериментальных данных. Анализ результатов прямых измерений. Анализ результатов измерений случайной величины. Распределение Гаусса. Косвенные измерения. Функции случайных величин. Анализ результатов совместных измерений. Измерение функциональных зависимостей. Интерполяция и аппроксимация экспериментальных данных. Метод наименьших квадратов.

#### 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
Учебным планом не предусмотрено				
Всего:				

#### 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 6			
1	Определение погрешности калибровки и измерения амперметров.	4	2.1
2	Определение погрешности калибровки и измерения вольтметров.	4	2.1
3	Определение погрешности калибровки и измерения электрического счетчика активной и реактивной энергии (индукционного, цифрового).	4	2.2
4	Исследование и испытание активных нагрузок.	4	3.1
5	Исследование и испытание индуктивных нагрузок.	4	3.1
6	Исследование и испытание емкостных нагрузок.	4	3.1
7	Исследование и испытание смешанных нагрузок.	4	3.1
8	Исследование особенностей взаимной индукции при встречном и согласном подключении индуктивных нагрузок.	4	3.2
9	Исследование термической стойкости изоляционных материалов электропроводок.	4	4.1
10	Исследование динамических воздействий тока на электрические контактные соединения.	4	4.2



11	Пирометрия и тепловизионный контроль в электротехнике.	4	4.3
12	Особенности применения электронно-силового микроскопа в электротехнике и электроэнергетике.	4	4.4
13	Анализ результатов измерений случайной величины.	3	5.2
Всего:		51	

#### 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 6, час
1	2	3
<b>Самостоятельная работа, всего</b>	76	76
изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	40	40
курсовое проектирование (КП, КР)		
расчетно-графические задания (РГЗ)		
выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю (ТК)	36	36
домашнее задание (ДЗ)		
контрольные работы заочников (КРЗ)		

### 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)

	Пижурин А.А. Методы и средства научных исследований: Учебник/А.А. Пижурин, А.А. Пижурин (мл.), В.Е. Пятков - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 264 с.: 60x90 1/16. ISBN 978-5-16-010816-2 - (Высшее образование: Бакалавриат). - Режим доступа: <a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=502713">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=502713</a>	
	Кантиева, Е.В. Методы и средства научных исследований [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е.В. Кантиева, Е.М. Разиньков. - Электрон. дан. - Воронеж : ВГЛУ, 2012. - 106 с. - ISBN / ISSN: 978-5-7994-0497-0. - Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=64146">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=64146</a>	

## 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)
	Анискевич, Ю.В. Приборы и методы измерения теплотехнических величин: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс]: учебное пособие. - Электрон. дан. - СПб.: БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2012. - 119 с. - ISBN 978-5-85546-725-3. - Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=63681">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=63681</a>	

## 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
	Не предусмотрено

### 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	Мультимедийная лекционная аудитория	21-21

### 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
Дифференцированный зачёт	Список вопросов

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
ОК-7 «способность к самоорганизации и самообразованию»	
1	Физика
1	Введение в направление
1	Математика. Аналитическая геометрия и линейная алгебра
1	Инженерная и компьютерная графика
1	Математика. Математический анализ
1	Информатика
1	Правоведение
1	Иностранный язык
1	Прикладная физическая культура (элективный модуль)
1	Культурология
1	Дискретная математика
2	Иностранный язык
2	Прикладная физическая культура (элективный модуль)
2	Информатика

2	Физика
2	Математика. Аналитическая геометрия и линейная алгебра
2	Экология
2	История
2	Экономика
2	Математика. Математический анализ
3	Физика
3	Теоретическая механика
3	Компьютерная графика в профессиональной сфере
3	Иностранный язык
3	Прикладная механика
3	Философия
3	Математика. Теория вероятностей и математическая статистика
3	Электротехника
3	Прикладная физическая культура (элективный модуль)
4	Электроника
4	Прикладная механика
4	Прикладная физическая культура (элективный модуль)
4	Математика. Теория вероятностей и математическая статистика
4	Социология и политология
4	Основы профилизации
4	Иностранный язык
4	Метрология, стандартизация и сертификация
4	Электротехника
4	Информационные технологии
5	Прикладная физическая культура (элективный модуль)
5	Профессионально-прикладная педагогическая подготовка
5	Физическая культура
5	Безопасность жизнедеятельности
5	Электроника
5	Математические методы моделирования физических процессов
6	Экспериментальные методы исследований
6	Физическая культура
6	Прикладная физическая культура (элективный модуль)
6	Математические методы моделирования физических процессов
7	Основы информационной безопасности
7	Технико-экономическое обоснование принятия решений
8	Контроль и диагностика электромеханических и электроэнергетических систем и комплексов
ОПК-3 «способность к теоретическим и экспериментальным исследованиям в избранной области технической физики, готовность учитывать современные тенденции развития	

технической физики в своей профессиональной деятельности»	
1	Физика
1	Введение в направление
2	Физика
3	Материаловедение
3	Теоретическая механика
3	Физика
3	Прикладная механика
3	Электротехника
4	Основы профилизации
4	Электроника
4	Электротехника
4	Прикладная механика
5	Электроника
5	Теория физических полей
6	Экспериментальные методы исследований
6	Физические методы получения информации
7	Физические принципы конструирования приборов контроля и диагностики
8	Контроль и диагностика электромеханических и электроэнергетических систем и комплексов
ПК-4 «способность применять эффективные методы исследования физико-технических объектов, процессов и материалов, проводить стандартные и сертификационные испытания технологических процессов и изделий с использованием современных аналитических средств технической физики»	
3	Материаловедение
3	Теоретическая механика
4	Метрология, стандартизация и сертификация
5	Теория физических полей
6	Экспериментальные методы исследований
6	Схемотехника средств контроля
6	Физические методы получения информации
7	Микропроцессорные устройства систем управления
7	Электромагнитная совместимость
7	Микропроцессорные средства контроля и диагностики
7	Физические принципы конструирования приборов контроля и диагностики
8	Накопители электромагнитной энергии
8	Электромехатронные системы и комплексы
ПК-6 «готовность составить план заданного руководителем научного исследования, разработать адекватную модель изучаемого объекта и определить область ее применимости»	
3	Электротехника
3	Прикладная механика
4	Прикладная механика
4	Основы профилизации

4	Электротехника
6	Экспериментальные методы исследований
6	Производственная практика(научно-исследовательская работа)
7	Электромагнитная совместимость
ПК-9 «способность использовать технические средства для определения основных параметров технологического процесса, изучения свойств физико-технических объектов, изделий и материалов»	
3	Материаловедение
4	Производственная (технологическая) практика
6	Физические методы получения информации
6	Производственная практика(научно-исследовательская работа)
6	Экспериментальные методы исследований
6	Схемотехника средств контроля
7	Микропроцессорные устройства систем управления
7	Электромагнитная совместимость
7	Диагностика электромеханических устройств
7	Физические принципы конструирования приборов контроля и диагностики
7	Микропроцессорные средства контроля и диагностики
8	Технические средства систем управления
8	Электрические аппараты
8	Накопители электромагнитной энергии
ПК-10 «способность применять современные информационные технологии, пакеты прикладных программ, сетевые компьютерные технологии и базы данных в предметной области для расчета технологических параметров»	
2	Химия
3	Теоретическая механика
4	Информационные технологии
5	Численные методы технической физики
5	Теория автоматического управления
6	Теория автоматического управления
6	Схемотехника средств контроля
6	Базы данных
6	Экспериментальные методы исследований
6	Информационные сети и телекоммуникации
7	Контроль качества и испытания продукции
7	Теория автоматического управления
7	Информационные технологии и системы в электромеханике и электроэнергетике
7	Надежность электромеханических и электроэнергетических систем и комплексов
7	Методы идентификации информационных сигналов
8	Методы идентификации информационных сигналов

8	Накопители электромагнитной энергии
ПК-11 «способность использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации изделий, элементы экономического анализа в практической деятельности»	
2	Экономика
3	Материаловедение
3	Теоретическая механика
4	Метрология, стандартизация и сертификация
6	Экспериментальные методы исследований
7	Контроль качества и испытания продукции
7	Надежность электромеханических и электроэнергетических систем и комплексов
7	Диагностика электромеханических устройств
8	Технико-экономические риски при создании новой техники

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"> <li>- обучающийся 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 направления;</li> <li>- умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>- делает выводы и обобщения;</li> <li>- свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
$70 \leq K \leq 84$	«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся 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 направления;</li> <li>- аргументирует научные положения;</li> <li>- делает выводы и обобщения;</li> <li>- владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
$55 \leq K \leq 69$	«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся 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 направления;</li> <li>- слабо аргументирует научные положения;</li> <li>- затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>- частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>

$K \leq 54$	«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>- допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>- испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>- не может аргументировать научные положения;</li> <li>- не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>
-------------	---------------------------------------	---

#### 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
	Учебным планом не предусмотрено

##### 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
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Назовите особенности экспериментальных методов измерения физических величин.</li> <li>2. Прямая и обратная задачи измерения. Устойчивость. Корректность.</li> <li>3. Поясните суть метода наименьших квадратов для линейной аппроксимации. Масштабирование линейного МНК.</li> <li>4. В чем заключается обусловленность метода наименьших квадратов? Проблема экстраполяции.</li> <li>5. В чем заключается регуляризация метода наименьших квадратов? Метод главных компонентов.</li> <li>6. Анализ результатов совместных измерений. Измерение функциональных зависимостей.</li> <li>7. Какие показатели характеризуют безотказность и долговечность работы электрооборудования? Что понимается под ремонтпригодностью и сохраняемостью электрооборудования?</li> <li>8. Какими методами определяются основные показатели надежности?</li> <li>9. Дайте понятие о нормальном законе (законе Гаусса). Какими числовыми параметрами характеризуется нормальный закон распределения?</li> <li>10. Как определяется центр распределения при нормальном законе?</li> <li>11. Как определяется среднеквадратическое отклонение при нормальном законе?</li> <li>12. Дайте понятие о доверительном интервале для центра распределения. Как он определяется?</li> <li>13. Что понимается под допустимыми (толерантными) пределами? Как они определяются?</li> <li>14. Как определяется объем выборки для заданной доверительной вероятности?</li> <li>15. Классификация ошибок измерений. Почему так важно оценить ошибку измерений? Как происходит учет реального распределения ошибок?</li> <li>16. Классификация ошибок. Грубые ошибки. Систематические ошибки. Случайные ошибки. Назовите причины возникновения систематических ошибок.</li> <li>17. Распределение Гаусса. Среднеквадратичная ошибка отдельного измерения и среднего значения.</li> <li>18. Что такое интерполяция и аппроксимация экспериментальных данных?</li> <li>19. Назовите области применения для измерения температуры метода термпары,</li> </ol>



	<p>метода терморезистора, метода сопротивления, метода цветowych индикаторов. Достоинства и недостатки этих методов.</p> <p>20. Какими приборами измеряются большие токи в переходных режимах? Назовите разновидности измерительных шунтов. Почему они должны обладать возможно меньшей индуктивностью? Как это достигается?</p> <p>21. Что может служить мерой износа контактов? Укажите достоинства и недостатки различных методов измерения износа контактов.</p> <p>22. Как измеряется падение напряжения на контактах? Почему преобразователь Холла может использоваться для определения падения напряжения на контактах? Укажите преимущества и недостатки различных методов измерения падения напряжения.</p> <p>23. Что такое время-токовая характеристика выключателя? Какой вид имеет эта характеристика у выключателя с электромагнитным и тепловым расцепителями?</p> <p>24. Для чего и в каких случаях проводится испытание электрооборудования на длительное нагревание? Опишите методику проведения испытания при измерении температуры токоведущих частей электрооборудования методом термопар.</p> <p>25. С какой целью проводится испытание электрооборудования на стойкость к сквозным токам? Опишите методики проведения испытаний на электродинамическую и термическую стойкость. Как оцениваются результаты испытаний?</p> <p>26. На чем основан метод измерения тока с помощью преобразователей Холла?</p> <p>27. Методы нагрева до высоких температур. Сравнительные характеристики способов контактного и бесконтактного нагрева. Температуры, достижимые с помощью различных методов нагрева.</p> <p>28. Назовите способы измерения температуры. Особенности дистанционного метода измерения температуры (оптическая пирометрия).</p> <p>29. Назовите принцип действия, область применения и особенности конструкции пирометров. Диапазон измерения температуры и достижимая точность измерений.</p> <p>30. Назовите особенности конструкции и область применения электронно-силового микроскопа. Каковы механизмы возникновения дефектов изображения?</p>
--	--

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
	Учебным планом не предусмотрено

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 экспериментальных исследований, связанных с решением научно-инженерных физических задач, создание поддерживающей образовательной среды преподавания современных методов и средств научных исследований, предоставление возможности студентам развить и продемонстрировать навыки в области проведения экспериментальных исследований, способностей творческого осмысления получаемых результатов и видения новых перспектив в результате физических экспериментов.

### 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 обучающимся 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 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.

### **Задание и требования к проведению лабораторных работ**

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

15. После переключения схема должна быть проверена преподавателем.

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

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

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

### **Структура и форма отчета о лабораторной работе**

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

### **Требования к оформлению отчета о лабораторной работе**

Результаты выполненных лабораторных работ, оформляются в виде отчета по одному образцу. Отчет пишут с одной стороны листа формата А4 (размером 210×297 мм). Основные надписи выполняют в соответствии с Госстандартом.

Все выполненные и подписанные руководителем отчеты по лабораторным работам складывают в логической последовательности и брошюруют. При большом количестве страниц (более десяти) составляют содержание отчета, который размещают в альбоме после титульного листа. Титульный лист должен иметь надпись «Журнал лабораторных работ (отчеты)» с фамилией руководителя (преподаватель) и исполнителя (студент).

### **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.

Примерный перечень тем для самостоятельного изучения.

Темы	Изучаемые вопросы
1.2.	Систематические и случайные ошибки. Абсолютная и относительная ошибка конечного результата измерений.
2.2.	Классификация и способы оценки погрешности измерений. Вероятная погрешность. Представление окончательного результата.
3.2.	Исследование особенностей взаимоиндукции при встречном и согласном подключении индуктивных нагрузок.
4.3.	Конструкции и схемы пирометров. Особенности методики измерения величин при использовании пирометров при сверхвысоких температурах.
5.3.	Анализ результатов совместных измерений. Измерение функциональных зависимостей. Интерполяция и аппроксимация экспериментальных данных. Метод наименьших квадратов.

**Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации**

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

– 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 программы 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