

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:  
Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор  
Хагуров Т.А.  
«15» \_\_\_\_\_ 2023 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.08 ФИЗИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА**

Направление подготовки 03.03.03 Радиофизика

Направленность (профиль) Физика и технология радиоэлектронных приборов и устройств

Форма обучения очная

Квалификация бакалавр

Краснодар 2023

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика»

Программу составил:

А.В. Лебедев, канд. физ.-мат. наук,  
доцент кафедры радиофизики и нанотехнологий

\_\_\_\_\_

подпись

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры радиофизики и нанотехнологий ФТФ протокол № 1 «31» августа 2023 г.

И. о. Заведующего кафедрой  
доктор физ.-мат. наук,  
профессор Строганова Е.В.

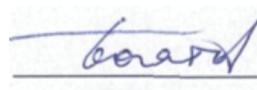
\_\_\_\_\_



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета протокол № 1 «31» августа 2023 г.

Председатель УМК ФТФ  
доктор физ.-мат. наук,  
профессор Богатов Н.М.

\_\_\_\_\_



Рецензенты:

Попов А.В., директор ООО "Партнер Телеком"

Скачедуб А.В., канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры физики и информационных систем

## **1 Цели и задачи изучения дисциплины**

### **1.1 Цель освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Физическая электроника» являются:

- систематическое овладение знаниями в области физических основ радиофизических измерений, изучение основных принципов и методов измерений характеристик электромагнитного излучения в различных спектральных диапазонах, включая СВЧ и оптический диапазоны;
- изучение принципов действия и основных характеристик приемников излучения и датчиков, изучение принципов построения типовых средств измерений;
- изучение особенностей практической реализации основных методов измерений, получение сведений о последних достижениях в области радиофизических измерений.

### **1.2 Задачи дисциплины**

- передать студентам знания о физических основах радиофизических измерений и принципах построения типовых средств измерений;
- развить в них умение применять полученные знания для анализа принципов работы, сфер применения и для практической эксплуатации средств измерений; систематизировать научно-техническую информацию;
- помочь им овладеть основными методами радиофизических измерений и навыками их практического использования.

### **1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Учебная дисциплина «Физическая электроника» относится к обязательной части программы подготовки бакалавра по направлению 03.03.03 Радиофизика, является дисциплиной модуля радиофизики и электроники и предназначена для студентов 3 курса (6 семестр).

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: «Математический анализ», «Линейная алгебра», «Общезначимый модуль», «Физический практикум», «Электродинамика», «Оптоэлектроника», «Радиоэлектроника».

**Знания:** Основные разделы анализа функции одной переменной, алгоритмы решения различного рода уравнений, основные законы физики, электродинамики, принципы работы радиоэлектронных и оптических устройств.

**Умения:** вычислять производные, интегралы, находить решения различного рода уравнений; решать простейшие задачи в области электричества и магнетизма, оптики, электродинамики; применять полученные знания для анализа принципов работы радиоэлектронных и оптических устройств, для обработки экспериментальных данных.

**Навыки:** решения простейших задач в области радиофизики, владения методами анализа принципов работы радиоэлектронных и оптических устройств, обработки экспериментальных данных.

Знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной, необходимы для изучения некоторых разделов дисциплин: «Радиофизический практикум», «Квантовая радиофизика», «Измерения на СВЧ», «Волоконно-оптическая связь» а также для НИР, производственной практики и дипломного проектирования.

### **1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
<b>ОПК-1</b> Способен применять базовые знания в области физики радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности	
<p>ИОПК-1.1. Понимает теоретические и методологические основания избранной области физики и радиофизики</p> <p>ИОПК-1.2. Понимает актуальные проблемы и тенденции развития соответствующей научной области и области профессиональной деятельности</p>	<p><b>Знания:</b> качественных и количественных сторон процессов, происходящих в различных радиоэлектронных и оптических устройствах; физических основ радиофизических измерений, основных подходов к решению практических задач, связанных с радиофизическими измерениями.</p> <p><b>Умения:</b> применять на практике знания о физических основах и методах радиофизических измерений, о методах обработки экспериментальных данных.</p> <p><b>Навыки:</b> владения методами анализа принципов работы радиоэлектронных и оптических устройств, основными методами радиофизических измерений, математическим аппаратом, используемым для оценки погрешностей измерений.</p>
<b>ПК-1</b> Способен применять современные теоретические и экспериментальные методы исследований с целью создания новых перспективных средств для систем передачи информации	
<p>ИПК-1.1. Владеет современными информационными системами и технологиями с целью моделирования сложных технических систем</p> <p>ИПК-1.2. Способен применять современное материально-техническое оборудование для исследовательских целей</p>	<p><b>Знания:</b> физических принципов работы радиоэлектронных и оптических устройств и систем основных методов и средств измерений их параметров.</p> <p><b>Умения:</b> применять на практике полученные знания для выбора оптимальных методов и средств измерений характеристик электромагнитного излучения в различных спектральных</p> <p><b>Навыки:</b> владения основными методами радиофизических измерений и методами обработки результатов измерений.</p>

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2. Структура и содержание дисциплины

## 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц (144 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице

Виды работ	Всего часов	Форма обучения
		очная
		6 семестр (часы)
<b>Контактная работа, в том числе:</b>		
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	<b>40.3</b>	<b>40.3</b>
занятия лекционного типа	18	18
лабораторные занятия	0	0
Практические (семинарские) занятия	16	16
<b>Иная контактная работа:</b>		
Контроль самостоятельной работы (КСР)	6	6
Промежуточная аттестация (ИКР)	0.3	0.3
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>		
Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)	77	77
<b>Контроль:</b>		
Подготовка к экзамену	26.7	26.7
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>час.</b>	<b>144</b>
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>40.3</b>
	<b>зач. ед</b>	<b>4</b>

## 2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины. Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 6 семестре (очная форма обучения)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Предмет и задачи курса.	6	1	1	0	4
2.	Виды измерений и их классификация.	8	2	2	0	4
3.	Методы измерений и их классификация.	6	1	1	0	4
4.	Средства измерений и их классификация.	6	1	1	0	4
5.	Погрешности измерений и их классификация.	12	2	2	0	8
6.	Измерение тока и напряжения электромеханическими приборами.	6	1	1	0	4
7.	Электронные вольтметры.	6	1	1	0	4
8.	Измерение мощности электромагнитных колебаний в различных частотных диапазонах.	6	1	1	0	4
9.	Измерение параметров цепей с сосредоточенными параметрами.	6	1	1	0	4
10.	Исследование формы сигналов.	16	2	1	0	13
11.	Измерение частоты, временных интервалов и фазового сдвига.	6	1	1	0	4
12.	Анализ спектров	10	1	1	0	8
13.	Измерение параметров линейных СВЧ устройств.	6	1	1	0	4
14.	Измерение параметров лазерного излучения.	11	2	1	0	8
<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>						
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	6				
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0.3				
	Подготовка к текущему контролю	26.7				
	Общая трудоемкость по дисциплине	144				

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

## 2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1.	Предмет и задачи курса.	Роль метрологии и измерительной техники в научных исследованиях и производстве. Общие сведения об измерении. Основные понятия и определения. Единицы физических величин. Обеспечения единства измерений.	<i>T</i>
2.	Виды измерений и их классификация.	Абсолютные и относительные измерения. Прямые, косвенные, совокупные и совместные измерения.	<i>T</i>

		Статические и динамические измерения. Однократные и многократные измерения.	
3.	Методы измерений и их классификация.	Метод непосредственной оценки, методы сравнения с мерой: дифференциальный метод, нулевой метод, метод замещения, метод совпадений.	<i>T</i>
4.	Средства измерений и их классификация.	Особенности аналоговых и цифровых средств измерений. Понятие о мерах, эталонах, образцовых и рабочих средствах измерений. Основные метрологические характеристики средств измерений. Поверка средств измерений. Классы точности средств измерений.	<i>T</i>
5.	Погрешности измерений и их классификация.	Систематическая погрешность. Способы оценивания и исключения систематических погрешностей. Случайные погрешности. Вероятностные характеристики случайных погрешностей. Погрешности приборов из-за различных влияющих факторов. Погрешности косвенных измерений. Суммирование погрешностей. Обработка результатов измерений.	<i>T</i>
6.	Измерение тока и напряжения электромеханическими приборами.	Конструкции, принцип действия и характеристики приборов магнитоэлектрической, электромагнитной, электродинамической и электростатической систем. Расширение пределов измерений. Расчет шунтов и добавочных сопротивлений.	<i>T</i>
7.	Электронные вольтметры.	Структурные схемы вольтметров. Виды преобразователей (детекторов). Преобразователи пикового, средневыпрямленного и среднеквадратического значений.	<i>T</i>
8.	Измерение мощности электромагнитных колебаний в различных частотных диапазонах.	Измерение электрической мощности электродинамическим ваттметром. Терморезисторный метод. Калориметрический метод. Термоэлектрический метод.	<i>T</i>
9.	Измерение параметров цепей с сосредоточенными параметрами.	Методы измерения активных сопротивлений. Резонансный метод измерения параметров цепей. Мостовой метод измерения параметров цепей.	<i>T</i>
10.	Исследование формы сигналов.	Принцип действия электронного осциллографа, структурная схема. Виды разверток осциллографа. Классификация осциллографов. Исследование формы и измерение параметров импульсных сигналов. Измерение амплитуды, длительности и частоты сигнала с помощью осциллографа.	<i>T</i>
11.	Измерение частоты, временных интервалов и фазового сдвига.	Основные понятия: частота, период, интервал времени, фаза, фазовый сдвиг, временной сдвиг. Аналоговые методы измерения частоты: осциллографический, резонансный, гетеродинный. Цифровые методы измерения частоты и интервалов времени. Аналоговые и цифровые методы измерения фазового сдвига.	<i>T</i>
12.	Анализ спектров	Основные понятия: теорема Фурье, гармоники, коэффициент гармоник, спектр сигнала. Последовательный и параллельный анализаторы спектра. Цифровые методы анализа спектра.	<i>T</i>

13.	Измерение параметров линейных СВЧ устройств.	Основные понятия и соотношения параметров трактов с распределенными постоянными. Измерение полного сопротивления. Измерительные линии. Рефлектометры.	<i>T</i>
14.	Измерение параметров лазерного излучения.	Классификация лазерных параметров. Измерение средней мощности и энергии лазерного излучения тепловыми приемниками. Фотоэлектрические приемники с внешним и внутренним фотоэффектом.	<i>T</i>

### 2.3.2 Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия/ лабораторные работы)

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/работ	Форма текущего контроля
1.	Предмет и задачи курса.	Роль метрологии и измерительной техники в научных исследованиях и производстве. Общие сведения об измерении. Основные понятия и определения. Единицы физических величин. Обеспечения единства измерений.	<i>Решение задач</i>
2.	Виды измерений и их классификация.	Абсолютные и относительные измерения. Прямые, косвенные, совокупные и совместные измерения. Статические и динамические измерения. Однократные и многократные измерения.	<i>Решение задач</i>
3.	Методы измерений и их классификация.	Метод непосредственной оценки, методы сравнения с мерой: дифференциальный метод, нулевой метод, метод замещения, метод совпадений.	<i>Решение задач</i>
4.	Средства измерений и их классификация.	Особенности аналоговых и цифровых средств измерений. Понятие о мерах, эталонах, образцовых и рабочих средствах измерений. Основные метрологические характеристики средств измерений. Поверка средств измерений. Классы точности средств измерений.	<i>Решение задач</i>
5.	Погрешности измерений и их классификация.	Систематическая погрешность. Способы оценивания и исключения систематических погрешностей. Случайные погрешности. Вероятностные характеристики случайных погрешностей. Погрешности приборов из-за различных влияющих факторов. Погрешности косвенных измерений. Суммирование погрешностей. Обработка результатов измерений.	<i>Решение задач</i>
6.	Измерение тока и напряжения электромеханическими приборами.	Конструкции, принцип действия и характеристики приборов магнитоэлектрической, электромагнитной, электродинамической и электростатической систем. Расширение пределов измерений. Расчет шунтов и добавочных сопротивлений.	<i>Решение задач</i>
7.	Электронные вольтметры.	Структурные схемы вольтметров. Виды преобразователей (детекторов). Преобразователи пикового, средневыпрямленного и среднеквадратического значений.	<i>Решение задач</i>
8.	Измерение мощности электромагнитных колебаний в различных частотных диапазонах.	Измерение электрической мощности электродинамическим ваттметром. Терморезисторный метод. Калориметрический метод. Термоэлектрический метод.	<i>Решение задач</i>
9.	Измерение параметров цепей	Методы измерения активных сопротивлений. Резонансный метод измерения параметров цепей. Мостовой метод измерения параметров цепей.	<i>Решение задач</i>

	сосредоточенными параметрами.		
10.	Исследование формы сигналов.	Принцип действия электронного осциллографа, структурная схема. Виды разверток осциллографа. Классификация осциллографов. Исследование формы и измерение параметров импульсных сигналов. Измерение амплитуды, длительности и частоты сигнала с помощью осциллографа.	<i>Решение задач</i>
11.	Измерение частоты, временных интервалов и фазового сдвига.	Основные понятия: частота, период, интервал времени, фаза, фазовый сдвиг, временной сдвиг. Аналоговые методы измерения частоты: осциллографический, резонансный, гетеродинный. Цифровые методы измерения частоты и интервалов времени. Аналоговые и цифровые методы измерения фазового сдвига.	<i>Решение задач</i>
12.	Анализ спектров	Основные понятия: теорема Фурье, гармоники, коэффициент гармоник, спектр сигнала. Последовательный и параллельный анализаторы спектра. Цифровые методы анализа спектра.	<i>Решение задач</i>
13.	Измерение параметров линейных СВЧ устройств.	Основные понятия и соотношения параметров трактов с распределенными постоянными. Измерение полного сопротивления. Измерительные линии. Рефлектометры.	<i>Решение задач</i>
14.	Измерение параметров лазерного излучения.	Классификация лазерных параметров. Измерение средней мощности и энергии лазерного излучения тепловыми приемниками. Фотоэлектрические приемники с внешним и внутренним фотоэффектом.	<i>Решение задач</i>

Защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т) и т.д.

#### 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Подготовка к контрольным работам по темам практических занятий	Методические указания по организации самостоятельной работы по дисциплине «Физика», утвержденные кафедрой радиофизики и нанотехнологий ФТФ, протокол № от г.
2	Написание рефератов	Методические рекомендации по написанию рефератов, утвержденные кафедрой радиофизики и нанотехнологий ФТФ, протокол № от г.
3	Решение задач	Методические рекомендации по решению задач, утвержденные кафедрой радиофизики и нанотехнологий ФТФ, протокол № от г.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа,

– в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### 3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)

Образовательные технологии, используемые при чтении курса «Физическая электроника» предусматривают использование в учебном процессе следующих форм проведения занятий:

- лекции;

- практические занятия;

- решение задач перед студенческой аудиторией;

- контрольная работа;

- выполнение различных форм самостоятельной работы, в том числе домашних заданий по решению задач.

Наряду с лекционной формой подачи материала предусмотрено использование интерактивных компьютерных симуляций с тестовым контролем, а также использование наглядных пособий и мультимедийных презентаций на лекциях, проведение коротких семинаров в ходе лекции для обсуждения и закрепления лекционного материала. 25 % от объема аудиторных занятий – интерактивные занятия, во время которых используется мультимедиа-оборудование.

Данные образовательные технологии способствуют развитию индивидуальной творческой работы студента, а также умению работать в коллективе, выработке навыков применения различных форм знания в различных сферах деятельности в зависимости от поставленных целей.

Дисциплина может быть реализована частично или полностью с использованием ЭИОС Университета (ЭО и ДОТ). Аудиторные занятия и другие формы контактной работы обучающихся с преподавателем могут проводиться с использованием платформ Microsoft Teams, MOODLE и других, в том числе, в режиме онлайн-лекций и онлайн-семинаров.

### 15. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Физическая электроника».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме тестовых заданий, доклада-презентации по проблемным вопросам, разноуровневых заданий, и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и заданий к экзамену.

#### Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4)	Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ИОПК-1.1. Понимает теоретические и методологические основания избранной	Знания: качественных и количественных сторон процессов, происходящих в	Тест	Вопрос на экзамене 1-16

	области физики и радиофизики	различных радиоэлектронных и оптических устройствах; физических основ радиофизических измерений, основных подходов к решению практических задач, связанных с радиофизическими измерениями.		
2	ИОПК-1.2. Понимает актуальные проблемы и тенденции развития соответствующей научной области и области профессиональной деятельности	Умения: применять на практике знания о физических основах и методах радиофизических измерений, о методах обработки экспериментальных данных. Навыки: владения методами анализа принципов работы радиоэлектронных и оптических устройств, основными методами радиофизических измерений, математическим аппаратом, используемым для оценки погрешностей измерений.	Тест	Вопрос на экзамене 17-32
3	ИПК-1.1. Владеет современными информационными системами и технологиями с целью моделирования сложных технических систем	Знания: физических принципов работы радиоэлектронных и оптических устройств и систем и основных методов и средств измерений их параметров.	Тест	Вопрос на экзамене 33-48
4	ИПК-1.2. Способен применять современное материально-техническое оборудование для исследовательских целей	Умения: применять на практике полученные знания для выбора оптимальных методов и средств измерений характеристик электромагнитного излучения в различных спектральных диапазонах. Навыки: владения основными методами радиофизических измерений и методами обработки результатов измерений.	Тест	Вопрос на экзамене 48-64

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**  
**Примерный перечень вопросов и заданий**

**Тест**

**Вариант 1**

*Свойство физического объекта, процесса или явления, общее в качественном отношении для многих объектов и индивидуальное в количественном отношении – это:*

- а) физическая величина;*
- б) значение физической величины; в) единица измерения;*
- г) истинное значение.*

*Средство измерения, обеспечивающее хранение и воспроизведение единицы измерения с наивысшей точностью, называется:*

- а) измерительный прибор; б) образцовый прибор;*
- в) эталон;*
- г) измерительный комплекс.*

*Прямые измерения – это:*

- а) Измерения, при которых искомое значение величины у находят непосредственно из опытных данных;*
- б) Измерения, при которых искомое значение величины находят на основании известной математической зависимости между этой величиной и величинами, полученными при прямых измерениях;*
- в) Производимые одновременно измерения двух или нескольких не одноименных величин для нахождения зависимости между ними;*
- г) Измерения отношения физической величины к одноименной, играющей роль единицы, или измерения величины по отношению к одноименной величине, принимаемой за исходную;*
- д) Измерения, основанные на прямых измерениях одной или нескольких основных величин или использовании значений физических констант.*

*Как называется метод измерения, если значение измеряемой величины определяется непосредственно по отсчетному устройству прибора прямого действия?*

- а) метод сравнения с мерой; б) метод замещения;*
- в) метод непосредственной оценки; г) дифференциальный метод.*

*Указать вариант, в котором верно указана классификация электроизмерительных приборов по виду выдаваемой информации:*

- а) аналоговые, цифровые;*
- б) измерительные генераторы, специальные; в) электронные;*
- г) измерители параметров радиоэлементов; д) электромеханические.*

*Как называется погрешность, возникающая в измерительном приборе при отклонении одного из влияющих значений от нормальных условий эксплуатации?*

- а) - Случайной;*

- б) - Абсолютной;  
в) - Систематической; г) - Дополнительной; д) - Субъективной.

Указать вариант, где верно указан ряд чисел, из которого выбирается класс точности прибора:

- а)  $1 \cdot 10n$ ;  $1,5 \cdot 10n$ ;  $2 \cdot 10n$ ;  $2,5 \cdot 10n$ ;  $3 \cdot 10n$ ;  $4 \cdot 10n$ ;  $5 \cdot 10n$ ;  $6 \cdot 10n$ ; б)  $1 \cdot 10n$ ;  $1,5 \cdot 10n$ ;  $2 \cdot 10n$ ;  $2,5 \cdot 10n$ ;  $4 \cdot 10n$ ;  $5 \cdot 10n$ ;  $6 \cdot 10n$ ;  
в)  $1 \cdot 10n$ ;  $1,25 \cdot 10n$ ;  $1,5 \cdot 10n$ ;  $2 \cdot 10n$ ;  $3 \cdot 10n$ ;  $6 \cdot 10n$ ; г)  $1 \cdot 10n$ ;  $1,6 \cdot 10n$ ;  $2 \cdot 10n$ ;  $3,5 \cdot 10n$ ;  $4 \cdot 10n$ ;  
д)  $0,3 \cdot 10n$ ;  $1,8 \cdot 10n$ ;  $2,5 \cdot 10n$ ;  $7 \cdot 10n$ .

Как называется метод измерения, если значение измеряемой величины определяется путем сопоставления измеряемой величины с воспроизводимой мерой?

- а) метод сравнения с мерой; б) метод замещения;  
в) метод непосредственной оценки; г) дифференциальный метод.

Что вычисляется по формуле  $\delta Q = \Delta Q / Q_{ист}$  ?

- а) Относительная погрешность;  
б) Систематическая погрешность; в) Инструментальная погрешность; г) Случайная погрешность;  
д) Методическая погрешность.

Значение физической величины, которое идеальным образом отражает в количественном и качественном отношении свойство объекта – это:

- единица измерения;  
значение физической величины;  
действительное значение физической величины; истинное значение физической величины.

Какими факторами определяется аддитивная погрешность средств измерений:

- а) внешними факторами;  
б) трением в опорах, неточностью отсчёта, шумами, наводками, вибрацией; в) неверной методикой измерений;  
г) старением элементов прибора;  
д) изменением температуры среды.

Как называется метод измерения, если значение измеряемой величины определяется путем доведения разности измеряемого значения и известного к нулю?

- а) метод сравнения с мерой; б) метод замещения;  
в) метод непосредственной оценки; г) дифференциальный метод.

Косвенные измерения – это:

- а) Измерения, при которых искомое значение величины у находят непосредственно из опытных данных;  
б) Измерения, при которых искомое значение величины находят на основании известной математической зависимости между этой величиной и величинами, полученными при прямых измерениях;  
в) Производимые одновременно измерения двух или нескольких не одноименных величин для нахождения зависимости между ними;

- г) Измерения отношения физической величины к одноименной, играющей роль единицы, или измерения величины по отношению к одноименной величине, принимаемой за исходную;
- д) Измерения, основанные на прямых измерениях одной или нескольких основных величин или использовании значений физических констант.

Методические погрешности – это:

- а) Погрешности, возникающие из-за недостаточной разработанности или несовершенства метода измерения, измерительной схемы или ее элементов;
- б) Погрешности, обусловленные конструктивными, технологическими, схемными недостатками приборов;
- в) Погрешности, обусловленные несовершенством органов чувств оператора, невниманием при измерениях и индивидуальными особенностями;
- г) Составляющие общей погрешности измерений, изменяющиеся случайным образом при повторных измерениях одного и того же значения;
- д) Большие погрешности, значительно искажающие результаты измерения.

Как называется метод измерения, если в процессе измерения фиксируется разность измеряемой и известной величины?

- а) метод сравнения с мерой; б) метод замещения;
- в) метод непосредственной оценки; г) дифференциальный метод.

Где верно указана классификация электроизмерительных приборов по способу выдачи информации:

- а) аналоговые;
- б) электромеханические;
- в) показывающие, регистрирующие; г) электронные;
- д) цифровые.

Поправки вносятся для уменьшения составляющей погрешности:

- а) систематической; б) случайной;
- в) грубой; г) основной.

Относительные измерения – это:

- а) Измерения, при которых искомое значение величины у находят непосредственно из опытных данных;
- б) Измерения, при которых искомое значение величины находят на основании известной математической зависимости между этой величиной и величинами, полученными при прямых измерениях;
- в) Производимые одновременно измерения двух или нескольких неоднородных величин для нахождения зависимости между ними;
- г) Измерения отношения физической величины к одноименной, играющей роль единицы, или измерения величины по отношению к одноименной величине, принимаемой за исходную;
- д) Измерения, основанные на прямых измерениях одной или нескольких основных величин или использовании значений физических констант.

Что называется нормальными условиями?

- а) Температура окружающей среды 20°C, относительная влажность 65%, атмосферное давление 760мм рт. ст. напряжение питающей сети 220В с частотой 50Гц ;

- б) Температура окружающей среды 25°C, относительная влажность 65%, атмосферное давление 780мм рт. ст. напряжение питающей сети 220В с частотой 50Гц;
- в) Температура окружающей среды 20°C, относительная влажность 95%, атмосферное давление 740мм рт. ст. напряжение питающей сети 220В с частотой 50Гц;
- г) Температура окружающей среды 25°C, относительная влажность 65%, атмосферное давление 760мм рт. ст. напряжение питающей сети 200В с частотой 50Гц;
- д) Температура окружающей среды 25°C, относительная влажность 60%, атмосферное давление 750мм рт. ст. напряжение питающей сети 200В с частотой 50Гц.

Случайные погрешности – это:

- а) Погрешности, возникающие из-за недостаточной разработанности или несовершенства метода измерения, измерительной схемы или ее элементов;
- б) Погрешности, обусловленные конструктивными, технологическими, схемными недостатками приборов;
- в) Погрешности обусловленные несовершенством органов чувств оператора, невниманием при измерениях и индивидуальными особенностями;
- г) Составляющие общей погрешности измерений, изменяющиеся случайным образом при повторных измерениях одного и того же значения;
- д). Большие погрешности, значительно искажающие результаты измерений.

$X - A$

Что вычисляется по формуле  $\gamma = \frac{X - A}{N} \cdot 100\%$  ?

$N$

- а) Приведенная погрешность измерительного прибора; б) Абсолютная погрешность измерительного прибора; в) Основная погрешность;
- г) Относительная погрешность; д) Дополнительная погрешность

Абсолютные измерения – это:

- а) Измерения, при которых искомое значение величины у находят непосредственно из опытных данных;
- б) Измерения, при которых искомое значение величины находят на основании известной математической зависимости между этой величиной и величинами, полученными при прямых измерениях;
- в) Производимые одновременно измерения двух или нескольких неоднородных величин для нахождения зависимости между ними;
- г) Измерения отношения физической величины к одноименной, играющей роль единицы, или измерения величины по отношению к одноименной величине, принимаемой за исходную;
- д) Измерения, основанные на прямых измерениях одной или нескольких основных величин или использовании значений физических констант.

Какие из указанных погрешностей измерений возможно устранить:

- а) случайная;
- б) систематическая; в) приведенная;
- г) относительная; д) абсолютная.

Где верно указан возможный класс точности прибора:

- а) 1,3; б) 0,7; в) 1,5; г) 0,35; д) 0,12.

Какими факторами определяется мультипликативная погрешность средств измерений:

- а) внешними факторами, старением элементов прибора; б) трением в опорах;
- в) неверной методикой измерений; г) неточностью отсчёта;
- д) шумами, наводками, вибрацией.

Как называется метод измерения, если в процессе измерения измеряемая величина заменяется известной при сохранении всех условий неизменными?

- а) метод сравнения с мерой; б) метод замещения;
- в) метод непосредственной оценки; г) дифференциальный метод.

Какая погрешность указана при записи результата измерения напряжения  $U=(95,3\pm 0,7) В$ ?

- а) абсолютная;
- б) относительная; в) приведенная; г) номинальная.

### **Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)**

1. Государственная система обеспечения единства измерений.
  2. Роль метрологии и измерительной техники в научных разработках и в промышленном производстве.
  3. Основные метрологические термины и определения
  4. Международная система единиц.
  5. Основные единицы физических величин.
  6. Производные единицы, используемые в радиоэлектронике.
  7. Кратные и дольные множители.
  8. Внесистемные единицы.
  9. Децибел.
  10. Виды измерений.
  11. Классификация методов измерений.
  12. Метод сравнения с мерой
  13. Дифференциальный метод измерений
  14. Нулевой метод измерений
  15. Метод замещения
  16. Методика выполнения измерений
  17. Классификация средств измерений.
  18. Понятие о преобразователях.
  19. Классы точности. Условные обозначения на шкалах.
  20. Особенности аналоговых и цифровых средств измерений.
  21. Понятие о мерах, эталонах, образцовых и рабочих средствах измерений.
- Проверка средств измерений. Поверочные схемы.
22. Эталоны единиц электрических величин.
  23. Метрологические характеристики средств измерений и принципы их нормирования.
  24. Классификация погрешностей: случайные и систематические, методические и инструментальные, статические и динамические. Математическое описание случайной погрешности.
  25. Методы уменьшения систематических погрешностей.
  26. Аддитивная и мультипликативная погрешность.

27. Характеристики инструментальной погрешности
28. Грубая погрешность и методы ее устранения
29. Пределы допускаемой основной погрешности.
30. Порядок обработки прямых многократных измерений
31. Порядок обработки прямых однократных измерений
32. Обработка косвенных измерений
33. Значения постоянного и переменного тока и напряжения.
- 10
34. Методы измерений постоянного и переменного напряжений и токов.
35. Основные формы сигналов. Классификация приборов для измерения тока и напряжения.
36. Электромеханические амперметры и вольтметры постоянного и переменного тока.
37. Виды измерительных механизмов.
38. Уравнение шкалы измерительного прибора.
39. Цифровые измерительные приборы, виды, классификация, основные технические характеристики.
40. Аналоговые электронные вольтметры. Структурные схемы электронных вольтметров.
41. Виды преобразователей (детекторов). Преобразователи пикового, средневыпрямленного и среднеквадратического значений.
42. Цифровые вольтметры. Характеристики цифровых вольтметров.
43. Принцип действия универсального осциллографа, структурная схема. Классификация осциллографов.
44. Цифровые осциллографы.
45. Измерение значений напряжения аналоговых сигналов осциллографом.
46. Измерение временных параметров сигналов. Частотные свойства осциллографов.
47. Основные понятия временных параметров сигнала: частота, период, интервал времени.
48. Аналоговые методы измерения частоты: осциллографические, резонансный, гетеродинный.
49. Основные понятия: фаза, фазовый сдвиг, временной сдвиг.
50. Методы измерения разности фаз.
51. Основные понятия: мощность постоянного и переменного тока, активная, реактивная, полная мощность, коэффициент мощности.
52. Методы измерений мощности. Погрешности из-за неполного согласования источника и нагрузки с линией передачи.
53. Тепловые методы: калориметрический, термоэлектрический, термисторный. Мостовые ваттметры, методы термокомпенсации.
54. Основные понятия: гармоники, коэффициент гармоник, коэффициент нелинейных искажений, спектр сигнала.
55. Последовательный и параллельный анализаторы спектра. Цифровые методы анализа спектра.
56. Методы измерения активных сопротивлений. Электронный омметр.
57. Мостовые методы измерения параметров цепей.
58. Основные методы измерения ёмкости
59. Основные методы измерения индуктивности
60. Измерение параметров линейных СВЧ устройств.
61. Измерение полного сопротивления. Измерительные линии. Рефлектометры.

62. Измерение параметров лазерного излучения. Классификация лазерных параметров.
63. Измерение средней мощности и энергии лазерного излучения тепловыми приемниками.
64. Фотоэлектрические приемники с внешним и внутренним фотоэффектом.

### Критерии оценивания результатов обучения

Оценка	Критерии оценивания по экзамену
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## **5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий**

### **5.1. Учебная литература**

1. Г.Г. Раннев, А.П. Тарасенко. Методы и средства измерений. Москва: Академия, 2008.

- 336 с.

2. С.И. Боридько, Н.В. Дементьев, Б.Н. Тихонов, И.А. Ходжаев. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах. / под общ. ред. Б.Н. Тихонова. - Москва: Горячая линия - Телеком, 2007. - 374 с.

3. Нефедов В.И., Сигов А.С., Битюков В.К. и др. Метрология и радиоизмерения / под ред. В.И. Нефедова. - Москва: Высшая школа, 2006. - 526 с.

4. Б.В. Дворяшин. Метрология и радиоизмерения. - Москва: Академия, 2005.

5. Э.Г. Атамалян. Приборы и методы измерения электрических величин. - Москва: Дрофа, 2005. - 415 с.

6. Т.С. Ратхор. Цифровые измерения. АЦП / ЦАП. - Москва: Техносфера, 2006. - 392 с.

7. У. Болтон. Карманный справочник инженера-метролога. - М.: Додэка-XXI, 2002. - 384 с.

8. Котюк А.Ф. Датчики в современных измерениях. - М.: Радио и связь, 2006. (Массовая радиобиблиотека; Вып. 1277).

9. Джексон Р.Г. Новейшие датчики. - Москва: Техносфера, 2007.

### **5.2. Периодическая литература**

### **5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

#### **Электронно-библиотечные системы (ЭБС):**

1. eLIBRARY – Научная электронная библиотека (Москва): URL: <http://elibrary.ru/>

2. Единое окно доступа к образовательным ресурсам: URL: <http://window.edu.ru/window/>

3. Федеральный портал «Российское образование»: URL: <http://www.edu.ru/>

4. Зональная научная библиотека ЮФУ: URL: <http://library.sfedu.ru/>

5. Электронно-библиотечная система (ЭБС) ЮРАЙТ [www.biblio-online.xn--ru-efa](http://www.biblio-online.xn--ru-efa).

#### **Профессиональные базы данных:**

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>

2. Scopus <http://www.scopus.com/>

3. ScienceDirect [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>

5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>

6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>

7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>

8. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prlib.ru/>

9. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда

- <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>
10. Springer Journals <https://link.springer.com/>
  11. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
  12. Springer Nature Protocols and Methods  
<https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
  13. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
  14. zbMath <https://zbmath.org/>
  15. Nano Database <https://nano.nature.com/>
  16. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>
  17. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
  18. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

#### **Информационные справочные системы:**

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

#### **Ресурсы свободного доступа:**

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>
3. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
<https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
5. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
6. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"  
<http://window.edu.ru/>;
7. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов  
(<http://fcior.edu.ru/>);
9. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина  
"Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
10. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
11. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
12. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
13. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>;
14. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы  
[http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy\\_i\\_otvety](http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy_i_otvety)

#### **Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы**

##### **КубГУ:**

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru/>;
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
5. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ"  
<http://icdau.kubsu.ru/>

#### **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Для понимания лекционного материала и качественного его усвоения студентам необходимо вести конспекты лекций. В течение лекции студент делает пометки по тем вопросам лекции, которые требуют уточнений и дополнений. Вопросы, которые преподаватель не отразил в лекции, студент должен изучать самостоятельно.

На практических занятиях рекомендуется принимать активное участие в обсуждении проблем, возникающих при решении задач.

При подготовке к практическим занятиям рекомендуется следующая схема:

1. Проработать конспект лекций.
2. Прочитать основную и дополнительную литературу, рекомендованную по изучаемому разделу.
3. Выполнить домашнее задание.
4. При затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

## 7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Microsoft Windows, Microsoft Office, Windows CAL's - Договор 232.02.02.03-16/60 от 10.08.2018 г., с 10.08.2018 г. по 10.08.2019 г.; Договор №232.02.02.03-16/46 от 30.08.2019 г., с 31.07.2019 г. по 30.07.2020 г.; Государственный контракт № SC-P/5679-01/07 от 04.12.2007 г., с 21.12.2007 г. (срок использования ПО неограничен).

<p>Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</p>	<p>Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер</p>	<p>Microsoft Windows, Microsoft Office, Windows CAL's - Договор 232.02.02.03-16/60 от 10.08.2018 г., с 10.08.2018 г. по 10.08.2019 г.; Договор №232.02.02.03-16/46 от 30.08.2019 г., с 31.07.2019 г. по 30.07.2020 г.; Государственный контракт № SC-P/5679-01/07 от 04.12.2007 г., с 21.12.2007 г. (срок использования ПО неограничен).</p>
--	---	--

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

<p>Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся</p>	<p>Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся</p>	<p>Перечень лицензионного программного обеспечения</p>
<p>Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)</p>	<p>Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)</p>	<p>Microsoft Windows, Microsoft Office, Windows CAL's - Договор 232.02.02.03-16/60 от 10.08.2018 г., с 10.08.2018 г. по 10.08.2019 г.; Договор №232.02.02.03-16/46 от 30.08.2019 г., с 31.07.2019 г. по 30.07.2020 г.; Государственный контракт № SC-P/5679-01/07 от 04.12.2007 г., с 21.12.2007 г. (срок использования ПО неограничен).</p>