

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный  
университет им. Х.М. Бербекова» (КБГУ)**

**Институт информатики, электроники и робототехники  
Кафедра электроники и цифровых информационных технологий**

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

**Руководитель образовательной  
программы**

**Директор ИИЭ и Р**

\_\_\_\_\_ **Р.Ш. Тешев**

\_\_\_\_\_ **Н.В. Черкесова**

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
Б1.О.13 «МЕТРОЛОГИЯ И РАДИОИЗМЕРЕНИЯ»**

Направление подготовки  
**11.03.01 Радиотехника**

**Профиль: Интегрированные системы безопасности**

Квалификация (степень) выпускника  
**Бакалавр**

Форма обучения  
**Очная**

**Нальчик, 2022**

Рабочая программа дисциплины (модуля) **«Метрология и радиоизмерения»**  
/сост. Р.Ю. Кармокова – Нальчик: КБГУ, 2021. –21 с.

Рабочая программа дисциплины (модуля) **«Метрология и радиоизмерения»** предназначена для преподавания студентам 3 курса очной формы обучения по направлению подготовки 11.03.01 Радиотехника в 4 семестре.

Рабочая программа дисциплины (модуля) **«Метрология и радиоизмерения»** составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 11.03.01 Радиотехника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «19» сентября 2017 г. № 931.

## Содержание

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля) .....	4
2. Место дисциплины в структуре ООП ВПО .....	4
3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины .....	4
4. Содержание и структура дисциплины (модуля).....	5
<i>Структура дисциплины (модуля)</i> .....	7
5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации .....	9
5.1. Коллоквиум .....	9
5.2. Образцы тестовых заданий .....	10
5.3. Задания для лабораторных занятий .....	12
6. Промежуточная аттестация .....	13
7. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности.....	15
8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля).....	16
9. Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий.....	17
10. Материально-техническое обеспечение дисциплины .....	17
Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины (модуля) .....	19

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

**Цель дисциплины:** изучение студентами основ метрологии и измерительной техники, принципов действия радиоизмерительных приборов; формирование навыков измерения параметров и характеристик сигналов и цепей, и умения обрабатывать результаты измерения.

**Задачи дисциплины:** получение бакалаврами теоретических знаний и практических навыков по основным вопросам метрологии; овладение методами и средствами измерения параметров и характеристик цепей, сигналов при разработке, производстве и эксплуатации радиотехнических средств; изучение принципов действия, технических и метрологических характеристик средств измерений.

Изучение дисциплины направлено на подготовку специалистов, способных решать проблемы, возникающие при эксплуатации изделий электронной техники с учетом области, типов и задач профессиональной деятельности в соответствии с профессиональными стандартами:

- 06.005 «Специалист по эксплуатации радиоэлектронных средств (инженер-электроник)», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 31 июля 2019 года N 540н (зарегистрирован в Минюсте РФ 28 августа 2019 года, регистрационный N 55756).
- 40.058 «Инженер - технолог по производству изделий микроэлектроники», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 03.07.2019 г. № 480н (зарегистрирован Минюстом России 29.07.2019 г. № 55439).

## 2. Место дисциплины в структуре ООП ВПО

Дисциплина включена в обязательную часть Б1.О.13 учебного плана по направлению подготовки ВО 11.03.01 Радиотехника, профиль: «Интегрированные системы безопасности».

При освоении дисциплины обучающийся сможет частично продемонстрировать следующие обобщенные трудовые функции (ОТФ):

- **Эксплуатация радиоэлектронной аппаратуры** (профессиональный стандарт 06.005 «Специалист по эксплуатации радиоэлектронных средств (инженер-электроник)», код В, уровень квалификации -5);
- **Разработка единичных технологических процессов и рекомендаций по устранению и предупреждению брака в производстве изделий микроэлектроники** (профессиональный стандарт 40.058 «Инженер - технолог по производству изделий микроэлектроники», код В, уровень квалификации -6).

Изучение дисциплины «Метрология и радиоизмерения» опирается на знания, умения и компетенции, приобретённые и сформированные в результате изучения модулей «Физика», «Математика» и в свою очередь являются базой для освоения учебных дисциплин «Основы управления электронными средствами», «Радиоэлектронная техника», а также выполнения выпускной квалификационной работы.

## 3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВПО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

**Общепрофессиональных компетенций (ОПК):**

- способность самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных (ОПК-2).

**Код и наименование индикатора достижения компетенции:**

ОПК-Б.2.2 - Способен проводить выбор наилучшего способа проведения экспериментальных исследований.

ОПК-Б.2.3 - Способен представлять обработанные с оценкой погрешности результаты экспериментальных исследований.

В результате освоения дисциплины студент должен:

**знать:**

- теоретические основы метрологии,
- принципы действия средств измерений,
- основные методы и средства проведения экспериментальных исследований;

**уметь:**

- выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования.

**владеть:**

- способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений;
- методами измерений, контроля и испытаний.

**4. Содержание и структура дисциплины (модуля)**

В таблице 1 приводится описание содержания дисциплины, структурированное по разделам, с указанием по каждому разделу формы текущего контроля: защита лабораторной работы (ЛР), коллоквиум (К), тестирование (Т).

Таблица 1

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Форма текущего контроля
1	Введение	Предмет и задачи дисциплины. Научные, технические, организационные и законодательные основы метрологического обеспечения. Государственная система обеспечения единства измерений.	ОПК-2	К, ЛР, Т
2	Методы и средства измерений	Классификация методов измерений. Средства измерений. Особенности аналоговых и цифровых средств измерений. Понятие о мерах, эталонах, образцовых и рабочих средствах измерений. Поверка средств измерений. Поверочные схемы.	ОПК-2	К, ЛР, Т
3	Погрешности и их расчет	Классификация погрешностей: случайные и систематические, методические и инструментальные, статические и дина-	ОПК-2	К, ЛР, Т

		<p>мические. Математическое описание случайной погрешности. Погрешности измерительных преобразователей в цифровой форме.</p> <p>Идентификация формы закона распределения погрешностей, исключение грубых погрешностей. Оценка изменения математического ожидания погрешности за время измерений.</p>		
4	Методы и средства формирования сигналов	<p>Назначение и классификация измерительных генераторов. Структурные схемы и основные параметры измерительных генераторов. Нормируемые метрологические характеристики.</p> <p>Генераторы гармонических сигналов. Низкочастотные, высокочастотные генераторы. Синтезаторы частоты. Импульсные генераторы и генераторы сигналов специальной формы. Генераторы шума. Микропроцессорные генераторы сигналов, структурные схемы, основные характеристики.</p>	<b>ОПК-2</b>	<b>К, ЛР, Т</b>
5	Методы измерений энергетических параметров сигналов	<p>Методы измерений постоянного и переменного напряжений и токов. Структурные схемы вольтметров. Преобразователи пикового, средневыпрямленного и среднеквадратического значений.</p> <p>Цифровые вольтметры постоянного напряжения: времяимпульсного преобразования, интегрирующий, с многократным зарядом и разрядом интегрирующего конденсатора, с преобразованием напряжения в частоту. Цифровые мультиметры.</p> <p>Методы измерений мощности. Погрешности из-за неполного согласования источника и нагрузки с линией передачи. Тепловые методы: калориметрический, термоэлектриче-</p>	<b>ОПК-2</b>	<b>К, ЛР, Т</b>

		ский, термисторный. Мостовые ваттметры, методы термокомпенсации.		
6	Методы измерений временных параметров сигналов	Методы измерений временных интервалов и периода повторения. Цифровой метод. Микропроцессорные средства измерений. Аналоговые методы измерений частоты путем ее сравнение с образцовой частотой. Измерения разности фаз. Фазовые соотношения при преобразовании и умножении частоты. Измерения путем преобразования разности фаз во временной интервал и в напряжение. Микропроцессорные фазометры. Особенности фазометров со стробоскопическим преобразованием. Метод сравнения.	<b>ОПК-2</b>	<b>К, ЛР, Т</b>

### Структура дисциплины (модуля)

Таблица 2. Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа).

Вид работы	Трудоемкость, часы	
	4 семестр	Всего
<b>Общая трудоемкость (в часах)</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа (в часах):</b>	<b>51</b>	<b>51</b>
<i>Лекции (Л)</i>	17	17
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	34	34
<b>Самостоятельная работа (в часах):</b>	<b>66</b>	<b>66</b>
Курсовая работа (КР) / Курсовой проект (КП)	не предусмотрены	не предусмотрены
Самостоятельное изучение разделов	66	66
<b>Подготовка и прохождение промежуточной аттестации</b>	<b>27</b>	<b>27</b>
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>Экзамен</b>	<b>Экзамен</b>

Таблица 3. Лекционные занятия

№ п/п	Тема
1.	Предмет и задачи дисциплины. Научные, технические, организационные и законодательные основы метрологического обеспечения. Государственная система обеспечения единства измерений.
2.	Классификация методов измерений. Средства измерений. Особенности аналоговых и цифровых средств измерений. Понятие о мерах, эталонах, образцовых и рабочих средствах измерений. Поверка средств измерений. Поверочные схемы.

3.	Классификация погрешностей: случайные и систематические, методические и инструментальные, статические и динамические. Математическое описание случайной погрешности. Погрешности измерительных преобразователей в цифровой форме. Идентификация формы закона распределения погрешностей, исключение грубых погрешностей. Оценка изменения математического ожидания погрешности за время измерений.
4.	Назначение и классификация измерительных генераторов. Структурные схемы и основные параметры измерительных генераторов. Нормируемые метрологические характеристики. Генераторы гармонических сигналов. Низкочастотные, высокочастотные генераторы. Синтезаторы частоты. Импульсные генераторы и генераторы сигналов специальной формы. Генераторы шума. Микропроцессорные генераторы сигналов, структурные схемы, основные характеристики.
5.	Методы измерений постоянного и переменного напряжений и токов. Структурные схемы вольтметров. Преобразователи пикового, средневыпрямленного и среднеквадратического значений.. Цифровые вольтметры постоянного напряжения: время-импульсного преобразования, интегрирующий, с многократным зарядом и разрядом интегрирующего конденсатора, с преобразованием напряжения в частоту. Цифровые мультиметры. Методы измерений мощности. Погрешности из-за неполного согласования источника и нагрузки с линией передачи. Тепловые методы: калориметрический, термоэлектрический, термисторный. Мостовые ваттметры, методы термокомпенсации.
6.	Методы измерений временных интервалов и периода повторения. Цифровой метод. Микропроцессорные средства измерений. Аналоговые методы измерений частоты путем ее сравнение с образцовой частотой. Измерения разности фаз. Фазовые соотношения при преобразовании и умножении частоты. Измерения путем преобразования разности фаз во временной интервал и в напряжение. Микропроцессорные фазометры. Особенности фазометров со стробоскопическим преобразованием. Метод сравнения.

Таблица 4. Лабораторные работы

№ п/п	Тема
1.	Метрология линейных измерений
2.	Формирование и измерение температуры
3.	Формирование и измерение электрических величин
4.	Формирование и измерение давления

Таблица 5. Самостоятельное изучение разделов дисциплины

№ п/п	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение
1.	Способы обнаружения и учета систематических погрешностей.
2.	Измерение параметров элементов электрических цепей
3.	Измерение электрического тока и напряжения.
4.	Выпрямительные приборы, термоэлектрические приборы.
5.	Оптические методы измерения температуры и тепловых полей в изделиях радиоэлектронной техники. Пирометры излучения. Тепловизоры.
6.	Генераторные измерительные преобразователи. Термоэлектрические преобразователи.
7.	Пьезоэлектрические преобразователи. Принципы действия, области применения. Оптоэлектрические преобразователи.
8.	Подготовка к тестированию, коллоквиуму, курсовой работе, зачету, экзамену, выполнению и защите лабораторных работ, выполнение курсовой работы.



9.	Эквивалентные схемы элементов радиоэлектронных цепей с сосредоточенными постоянными и их параметры. Измерение параметров элементов путем их преобразования в напряжение. Особенности построения измерительных приборов. Методы на основе мостов постоянного и переменного тока, принцип действия, погрешности. Трансформаторные мосты.
----	--

## 5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации

### 5.1. Коллоквиум

В семестре проводятся 3 коллоквиума, каждый из которых оценивается в 8 баллов.

#### *Вопросы, выносимые на коллоквиум (контролируемые компетенции ОПК-2)*

##### *Первый коллоквиум*

1. Понятие измерения. Виды измерений.
2. Методы измерений.
3. Классификация средств измерений. Метрологические характеристики средств измерений.
4. Единство измерений. Единицы физических величин.
5. Система единиц физических величин. Международная система единиц SI.
6. Принципы и средства воспроизведения единиц физических величин.
7. Погрешность, классификация погрешностей.
8. Систематическая погрешность
9. Методы уменьшения систематической погрешности.
10. Случайная погрешность.
11. Законы распределения случайных погрешностей.
12. Математическое ожидание, дисперсия и среднее квадратическое отклонение результата измерения.
13. Однократное и многократное измерения, их погрешности, оформление результатов измерений.
14. Косвенное измерение и его погрешности.

##### *Второй коллоквиум*

1. Общие принципы измерения токов и напряжений электромеханическими измерительными приборами.
2. Приборы на основе магнитоэлектрических измерительных механизмов и особенности их использования при измерении в цепях переменного тока.
3. Приборы на основе электродинамических, электромагнитных и электростатических измерительных механизмов.
4. Измерение токов, напряжения, методы изменения пределов их измерения.
5. Параметры переменных напряжений и измерительные преобразователи электронных вольтметров.
6. Вольтметры постоянного и переменного напряжений. Измерение постоянного, среднее квадратического и среднее выпрямленного напряжений.
7. Импульсные вольтметры.
8. Функциональные схемы вольтметров. Основные узлы цифровых вольтметров.
9. Принципы построения цифровых вольтметров. Цифровые вольтметры с двухтактным интегрированием.
10. Назначение и классификация осциллографов. Функциональная схема и принцип действия универсального осциллографа.

11. Измерение частоты, временных интервалов и фазового сдвига.
12. Параметры резисторов, катушек индуктивности и конденсаторов и методы их измерения.
13. Омметры. Мостовые методы измерения параметров цепей.
14. Резонансные методы измерения параметров цепей, измеритель добротности.

### ***Третий коллоквиум***

1. Измерение полных сопротивлений и полных проводимостей цифровыми измерителями.
2. Измерение амплитудно-частотных характеристик (АЧХ) электрических цепей.
3. Классификация и назначение измерительных генераторов.
4. Генераторы гармонических колебаний.
5. Принципы построения генераторов низкой и высокой частоты и их характеристики.
6. Основные тенденции развития радиоизмерительной техники. Автоматизация измерений.
7. Измерения разности фаз. Фазовые соотношения при преобразовании и умножении частоты.
8. Методы на основе мостов постоянного и переменного тока, принцип действия.
9. Трансформаторные мосты.
10. Резонансные методы измерения сопротивления, емкости, индуктивности и добротности.
11. Микропроцессорные измерители параметров элементов цепей.
12. Методы и средства измерений амплитудно-частотных и фазо-частотных характеристик радиотехнических цепей.

### ***Рекомендации при подготовке к коллоквиуму***

- проработать конспекты лекций по вопросам коллоквиума;
- прочитать основную и дополнительную литературу, рекомендованную по изучаемым вопросам;
- ответить на вопросы коллоквиума;
- при затруднениях, проконсультироваться с преподавателем.

### ***Критерии оценивания***

<b>Оценка</b>			
<b>Неудовлетворительно 2 балла</b>	<b>удовлетворительно 4 балла</b>	<b>хорошо 6 баллов</b>	<b>отлично 8 баллов</b>
Студент не знает значительной части вопросов, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает вопросы коллоквиума, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

## **5.2. Образцы тестовых заданий** (контролируемые компетенции ОПК-2)

1. В сферу вопросов метрологии входят:
  - а) средства измерений
  - б) результаты измерений

- в) погрешности средств измерений
  - г) цена измерительного средства
2. В практике не встречается понятие:
- д) законодательная метрология
  - е) теоретическая метрология
  - ж) математическая метрология
  - з) практическая метрология
3. В основу метрической системы мер были положены единицы следующей группы из 4-х физических величин:
- и) длины, площади, объема, массы
  - к) температуры, объема, скорости, массы
  - л) времени, напряжения, длины, объема
  - м) длины, площади, объема, ускорения
4. Задачей измерений является:
- а) определение объема физического объема
  - б) определение скорости движущегося тела
  - в) получение сведений о количественных отношениях величин
  - г) получение сведений о размерах физических величин
5. Совокупность основных и производственных систем, относящихся к некоторой системе величин и образованная в соответствии с принятыми принципами – это:
- д) метрическая система единиц
  - е) система единиц СИ
  - ж) система единиц физических величин
  - з) системная единица
6. Сопоставление какой-либо величины с однородной величиной, принятой за единицу называется:
- а) сравнением физических величин
  - б) измерением
  - в) взвешиванием
  - г) калибровкой
7. По общим приемам получения, результатов измерения делят на следующую группу:
- д) прямые, косвенные, совместные, совокупные
  - е) прямые, косвенные, совместные, метрологические
  - ж) статические, косвенные, совместные, совокупные
  - з) прямые, равноточные, совместные, совокупные
8. Получение искомой величины решением системы уравнений из сочетаний величин, полученных прямыми измерениями, называется измерениями:
- а) совокупными
  - б) совместными
  - в) косвенными
  - г) прямыми
9. Средства измерений – это:
- а) технические средства, используемые при измерениях
  - б) только измерительные установки
  - в) технические средства, используемые при измерениях и имеющие нормированные метрологические свойства
  - г) только измерительные установки и системы
10. Метод сравнения с мерой, в котором результирующий эффект воздействия измеряемой величины и меры на прибор сводят к нулю, называется:

- а) контактным
- б) бесконтактным
- в) нулевым
- г) прямым

### ***Методические рекомендации по подготовке к тестированию***

Тесты – это вопросы или задания, предусматривающие конкретный, краткий, четкий ответ на имеющиеся эталоны ответов. При самостоятельной подготовке к тестированию студенту необходимо:

а) готовясь к тестированию, проработать информационный материал по дисциплине. Проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора учебной литературы;

б) четко выясните все условия тестирования заранее. Знать, сколько тестов Вам будет предложено, сколько времени отводится на тестирование, какова система оценки результатов и т.д.

в) приступая к работе с тестами, внимательно и до конца прочтите вопрос и предлагаемые варианты ответов. Выберите правильные (их может быть несколько). На отдельном листке ответов выпишите цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам;

г) в процессе решения желательно применять несколько подходов в решении задания. Это позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант.

д) если Вы встретили чрезвычайно трудный для Вас вопрос, не тратьте много времени на него. Переходите к другим тестам. Вернитесь к трудному вопросу в конце.

е) обязательно оставьте время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

### ***Критерии оценивания***

<b>Оценка</b>			
<b>неудовлетворительно 0 баллов</b>	<b>удовлетворительно 3 балла</b>	<b>хорошо 4 балла</b>	<b>отлично 5 баллов</b>
Менее 36 % правильно выполненных заданий.	36-70% правильно выполненных заданий.	71-85% правильно выполненных заданий.	86-100% правильно выполненных заданий.

### **5.3. Задания для лабораторных занятий**

*(контролируемые компетенции ОПК-2)*

Лабораторный практикум является важным элементом обучения, т.к. прививает навыки самостоятельной работы на различном лабораторном оборудовании и умение пользоваться различными приборами и инструментами.

Пример типовой лабораторной работы

*«Изучение методов измерения электрических величин»*

*Целью данной работы является закрепление навыков измерения наиболее распространенных электрических величин (сопротивления, напряжения, тока); научиться методам определения и исключения доли систематической погрешности результатов измерения; овладеть методами снижения случайной составляющей погрешности.*

## **Методические рекомендации**

Выполнение каждой лабораторной работы складывается из следующих этапов.

1. Самостоятельная подготовка студентов к работе. Перед началом работы студенты должны четко представлять себе цель работы, знать схему, метод измерения, физическую сущность ожидаемых результатов. Должен быть подготовлен протокол измерений, содержащий таблицы для записи результатов измерений и основные расчетные формулы. Студенты, не подготовившиеся к работе в соответствии с этими требованиями, к выполнению работы не допускаются.

2. Проведение эксперимента. Этот этап осуществляется в соответствии с методическими указаниями, которые содержатся в описании к каждой работе. Лабораторные измерения на стенде студент может начать только после собеседования с преподавателем и получения соответствующего допуска. Любые изменения в схеме проводятся при отключении схемы от источника напряжения. Результаты измерения проверяются преподавателем.

При работе в лаборатории необходимо строго выполнять все правила техники безопасности и указания преподавателя.

3. Составление отчета о проделанной работе. К отчету о выполненной работе предъявляются следующие требования:

Отчет должен содержать исчерпывающие данные, как о цели работы, так и о результатах в следующей последовательности:

- задание;
- схема установки и описание методики измерений;
- первичные экспериментальные результаты за подписью преподавателя;
- результаты обработки экспериментальных данных, включая графики, таблицы;
- общие выводы о работе и заключение.

Текст отчета должен быть написан аккуратно и разборчиво от руки или представлен в виде распечатки, после компьютерной верстки. В обоих случаях текст должен представлять собой логическое изложение существа вопроса. Недопустимо приведение формул, таблиц без разъяснений всех обозначений и сокращений. Отчет должен быть понятен для каждого читающего без каких-либо дополнительных вопросов у составителей отчета.

4. После представления отчета студент должен иметь, как минимум, поверхностные знания по контрольным вопросам к работе, имеющимся в методических указаниях, и ему выставляется балл, которым оценена данная лабораторная работа.

## **6. Промежуточная аттестация** (контролируемые компетенции ОПК-2)

### **Список основных вопросов к устному экзамену**

1. Предмет и задачи метрологии. Основные понятия и термины.
2. Виды и методы измерений.
3. Классификация средств измерений. Единство измерений.
4. Метрологические характеристики средств измерений.
5. Погрешности измерений. Обработка результатов измерений.
6. Систематическая погрешность. Методы уменьшения систематической погрешности.
7. Случайная погрешность. Законы распределения случайных погрешностей.
8. Математическое ожидание, дисперсия и среднеквадратическое отклонение результата измерения.
9. Однократное и многократное измерения, их погрешности, оформление результатов измерений. Косвенное измерение и его погрешности.
10. Измерение токов и напряжения электромеханическими измерительными приборами. Общие принципы действия.

11. Приборы магнитоэлектрической системы.
12. Приборы на основе электродинамических, электромагнитных и электростатических измерительных механизмов.
13. Вольтметры постоянного и переменного напряжений.
14. Импульсные вольтметры. Функциональные схемы вольтметров. Основные узлы цифровых вольтметров.
15. Принципы построения цифровых вольтметров.
16. Цифровые вольтметры с двухтактным интегрированием.
17. Функциональные схемы вольтметров. Основные узлы цифровых вольтметров.
18. Назначение и классификация осциллографов.
19. Функциональная схема и принцип действия универсального осциллографа. Калибровка осциллографа.
20. Осциллографические методы измерения фазового сдвига.
21. Параметры резисторов, катушек индуктивности и конденсаторов и методы их измерения.
22. Омметры. Мостовые методы измерения параметров цепей.
23. Резонансные методы измерения параметров цепей, измеритель добротности.
24. Измерение полных сопротивлений и полных проводимостей цифровыми измерителями.
25. Измерение амплитудно-частотных характеристик (АЧХ) электрических цепей.
26. Коэффициент передачи, импульсная характеристика и АЧХ цепи.
27. Измерение АЧХ с помощью генератора и вольтметра. Погрешности при измерении АЧХ.
28. Измерительные генераторы. Классификация и назначение измерительных генераторов.
29. Генераторы гармонических колебаний. Принципы построения генераторов низкой и высокой частоты и их характеристики.
30. Основные тенденции развития радиоизмерительной техники. Автоматизация измерений.
31. Измерения разности фаз. Фазовые соотношения при преобразовании и умножении частоты.
32. Методы на основе мостов постоянного и переменного тока, принцип действия.
33. Трансформаторные мосты.
34. Резонансные методы измерения сопротивления, емкости, индуктивности и добротности.
35. Микропроцессорные измерители параметров элементов цепей.

### ***Методические рекомендации при подготовке к экзамену***

Подготовка студентов к экзамену включает проработку лекций, в течение семестра и непосредственную подготовку в дни, предшествующие экзамену, включая, конечно, подготовку к коллоквиумам, тестированию, выполнению лабораторных работ и их защиту.

Для подготовки к ответам на экзаменационные вопросы (они выдаются в конце семестра) студент должен использовать не только курс лекций, но и основную и дополнительную литературу для выработки умения давать развернутые ответы на поставленные вопросы.

В ходе подготовки к экзамену студенту необходимо обращать внимание не только на уровень запоминания, но и на степень понимания изучаемых вопросов. А это достигается не простым заучиванием, а усвоением прочных систематизированных знаний аналитическим мышлением. Следовательно, непосредственная подготовка к экзамену должна в разумных пропорциях сочетать и запоминание, и понимание программного материала.

### ***Распределение баллов текущего, рубежного контроля и экзамена***

№		Общая сумма	1-я точка	2-я точка	3 точка
<b>1.</b>	<b>Текущий контроль</b>				
	посещение занятий	10 бал- лов	3 балла	3 балла	4 балла
	выполнение и защита	21	7	7	7

	лабораторных работ	балл	баллов	баллов	баллов
<b>2.</b>	<b>Рубежный контроль</b>				
	тестирование	15 баллов	5 баллов	5 баллов	5 баллов
	коллоквиум	24 балла	8 баллов	8 баллов	8 баллов
	<b>Итого</b>	<b>70 баллов</b>	<b>23 балла</b>	<b>23 балла</b>	<b>24 балла</b>
<b>3.</b>	<b>Экзамен</b>	<b>30 баллов</b>	<b>min – 15, max – 30 баллов</b>		

### **Критерии оценивания**

При освоении дисциплины формируется компетенция ОПК-2. Указанная компетенция формируется в соответствии со следующими этапами:

- формирование и развитие теоретических знаний, предусмотренных указанной компетенцией (лекционные занятия, самостоятельная работа студентов);
- приобретение и развитие практических умений, предусмотренных компетенцией (лабораторные работы, самостоятельная работа студентов);
- закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенцией (лабораторные работы, практики, выпускная квалификационная работа).

Сформированность компетенции в рамках освоения данной дисциплины оценивается по трехуровневой шкале:

- базовый уровень (**оценка «удовлетворительно»**) является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;
- продвинутый уровень (**оценка «хорошо»**) характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенции по завершении освоения дисциплины;
- высокий уровень (**оценка «отлично»**) характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

**Критерии оценки качества освоения дисциплины приведены в приложении 2.**

#### **1. Контроль курсовых работ**

(контролируемая компетенция ОПК-2)

#### **7. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности**

Таблица 6. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке.

<b>Результаты обучения (компетенции)</b>	<b>Основные показатели оценки результатов обучения</b>	<b>Вид оценочного материала</b>
Способен самостоятельно проводить эксперименталь-	<b>знать:</b> – теоретические основы метрологии, – принципы действия средств измерений,	Выполнение и защита лабораторных работ( <b>раздел 5.3</b> ); типовые тестовые задания ( <b>раздел 5.2.</b> ); типовые оценочные материа-

ные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных(ОПК-2)	<p>– основные методы и средства проведения экспериментальных исследований;</p> <p><b>уметь:</b></p> <p>– выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования.</p> <p><b>владеть:</b></p> <p>– способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений;</p> <p>- методами измерений, контроля и испытаний.</p>	<p>лы к экзамену (<i>раздел 6.</i>).</p> <p>Выполнение и защита лабораторных работ(<b>раздел 5.3</b>); типовые тестовые задания (<i>раздел 5.2.</i>); типовые оценочные материалы к экзамену(<i>раздел 6.</i>).</p> <p>Выполнение и защита лабораторных работ(<b>раздел 5.3</b>); типовые тестовые задания (<i>раздел 5.2.</i>); типовые оценочные материалы к экзамену(<i>раздел 6.</i>).</p>
--	---	--

## 8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)

### Основная литература

1. Лютиков И.В., Метрология и радиоизмерения: учебник / Лютиков И.В., Фомин А.Н., Лесенко В.А. - Красноярск : СФУ, 2016. - 508 с. - ISBN 978-5-7638-3477-2 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785763834772.html>
2. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Под общей редакцией Б.Н. Тихонова. - 2-е изд., стереотип. - М.: Горячая линия - Телеком, 2012. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991202459.html>
3. Степанов А.М., Метрология, стандартизация и сертификация / Степанов А.М., Пучка О.В., Шахова Л.Д., Митякина Н.А. - М. : Издательство АСВ, 2016. - 248 с. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930939798.html>.

### Дополнительная литература

1. Тартаковский Д.Ф., Ястребов А.С. Метрология, стандартизация и технические средства измерений. - М.: Высшая школа, 2001.
2. Дворяшин Б.В. Основы метрологии и радиоизмерения. М: Радио и связь, 1993. 320с.
3. Раннев Г.Г. Методы и средства измерений, М.: Академия, 2008, 336 с.
4. Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника / Под ред. К.К. Кима.- Питер, 2010.
5. Метрология, стандартизация и измерения в технике связи / Под ред. Б.П. Хромого. М.: Радио и связь, 1986, 424 с.
6. Кушнир Ф.В. Электрорадиоизмерения. Л: Энергоатомиздат, 1983, 320 с.
7. Винокуров В.И., Каплин С.И., Петелин И.Г. Электрорадиоизмерения. М.: Высшая школа, 1986, 351 с.
8. Атамалян Э.Г. Приборы и методы измерений электрических величин. М.: Высшая школа, 1986,. 384 с.
9. Основы метрологии и электрические измерения / Под ред. Душина. - Л.: Энергоатомиздат, 1987, 480 с.
10. Методы электрических измерений / Л.Г. Журавин и др. Под. ред. Э.И Цветкова. Л.: Энергоатомиздат, 1990, 288 с.

### Периодические издания



Журнал “Приборы и техника эксперимента”, “Измерительная техника”, входит в перечень периодических изданий получаемых библиотекой КБГУ, в котором студент может ознакомиться с современными достижениями в области технических измерений.

#### *Интернет-ресурсы*

1. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт)<http://www.gost.ru/>
2. Сайт российских стандартов<http://www.standardt.ru/>
3. <http://lib.kbsu.ru/> - Библиотека КБГУ.
4. <http://www.garant.ru/> - Справочная правовая система «Гарант».
5. <http://www.consultant.ru/> -Справочная правовая система «КонсультантПлюс».
6. <http://www.studmedlib.ru> - ЭБС «Консультант студента»

### **9. Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий**

1. Студенты имеют доступ к единому образовательному portalу, где могут в открытом доступе пользоваться ресурсами учебно-методической литературы, являющимися разработками ведущих ВУЗОВ России.

2. Для рейтингового контроля используется система компьютерного тестирования на базе программного обеспечения Moodle.

3. При выполнении лабораторного практикума студенты в обязательном порядке проводят обработку экспериментальных данных с применением программных сред MicrosoftExell, MathCad.

4. В рамках обеспечения применения компьютерных технологий в образовательном процессе имеются специализированные компьютерные классы с современным программным обеспечением и выходом в Интернет.

### **10. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Материально-техническую базу для проведения занятий по дисциплине составляют:

- специализированная аудитория, используемая при проведении занятий лекционного типа №234,расположенная по адресу: 360004, Кабардино-Балкарская республика, г. Нальчик, ул. Чернышевского, 175, учебный корпус университета №4 (ФМФ), оснащенная мультимедийным проектором и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы;
- рабочее место преподавателя;
- рабочие места студентов.

Мультимедийная презентация, сопровождающая лекцию, позволяет преподавателю акцентировать внимание студенческой аудитории на ключевых вопросах лекции.

Дисциплина обеспечена:

- тестовым материалами в электронной обучающей системе «Moodle» (Открытый университет);
- книжным фондом библиотеки;
- электронными версиями лекций и учебников.

Лабораторные занятия проводятся в лаборатории №132 «», расположенной по адресу: 360004, Кабардино-Балкарская республика, г. Нальчик, ул. Чернышевского, 175, учебный корпус университета №4 (ФМФ), оснащенной необходимым оборудованием, а именно измерительными комплексами:

МЛИ-1 «Метрология длин»;  
МЛИ-2 «Формирование и измерение температур»;  
МЛИ-3 «Формирование и измерение электрических величин»;  
МЛИ-4 «Формирование и измерение давлений»;

На лабораторных занятиях применяются также цифровые вольтметры, амперметры, генераторы, осциллографы, источники питания, мультиметры и другие измерительные приборы.

Студенты имеют доступ через Интернет доступ к электронной обучающей системе «Moodle» (Открытый университет), которая позволяет размещать электронные учебные курсы в свободном доступе для студентов университета.

При проведении занятий лекционного типа, семинарских занятий используются:  
***лицензионное программное обеспечение и свободно распространяемые программы:***

- MicrosoftOffice лицензия: Договор №135 от 22.05.2018, договор № л-21100 от 20.09.2017, сертификат от 29.11.2017, договор № 28/2017-31705322460 от 29.08.2017, договор № 18/2016-31603884322 от 12.08.2016, договор № 4/14-08 от 14.08.2015, договор № 1/01-12 от 01.12.2014, договор №0331100002314000061-0003152-01 от 25.11.2014, договор №0331100002314000077-0003152-01 от 29.12.2014, договор №0331100002314000038-0003152-01 от 10.09.2014, сертификат от 20.04.2009, сертификат от 18.06.2008, сертификат от 12.10.2007, сертификат от 14.03.2007;
- архиватор 7z, AdobeAcrobatReader лицензия: предоставляется бесплатно на условиях по адресу <https://www.adobe.com/ru/legal/terms.html>;
- MozillaFirefox лицензия: GPL/LGPL/MPL, GoogleChrome лицензия: предоставляется бесплатно на условиях лицензионных соглашений на программное обеспечение с открытым исходным кодом по адресу <https://code.google.com/intl/ru/chromium/terms.html>.

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. Специализированное помещение для инвалидов расположено по адресу: 360004, Кабардино-Балкарская республика, г. Нальчик, ул. Чернышевского, 173, главный учебный корпус университета, аудитория №145.

В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

- альтернативной версией официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;
- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;
- для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху – дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; обеспечение надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;
- для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекты питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).

Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины (модуля)  
**«Метрология и радиоизмерения»**  
 по направлению подготовки **11.03.01 Радиотехника**  
 направленность (профиль) **Интегрированные системы безопасности**  
 на **20** – **20** учебный год

№ п/п	Элемент (пункт) РПД	Перечень вносимых изменений	Примечание

*Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры  
электроники и цифровых информационных технологий,*

протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ / Р.Ш. Тешев / \_\_\_\_\_  
 подпись                      расшифровка подписи    дата

Код компетенции	РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ И ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ				
		Шкала по традиционной пятибалльной системе				
		недопуск	неудовлетворительно	Базовый уровень удовлетворительно/диф.зачет	Продвинутый уровень хорошо/диф.зачет	Высокий уровень отлично/диф.зачет
		Шкала по балльно-рейтинговой системе				
		0 – 35	36 – 60	61 – 80	81 – 90	91 – 100
ОПК-2. Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных.	<b>Знать:</b> теоретические основы метрологии; принципы действия средств измерений; основные методы и средства проведения экспериментальных исследований	Не знает	отсутствие знаний по теоретическим основам метрологии; принципам действия средств измерений; основным методам и средствам проведения экспериментальных исследований	неполные знания теоретических основ метрологии; принципов действия средств измерений; основных методов и средств проведения экспериментальных исследований	в целом успешные знания теоретических основ метрологии; принципов действия средств измерений; основных методов и средств проведения экспериментальных исследований	полностью сформированные знания теоретических основ метрологии; принципов действия средств измерений; основных методов и средств проведения экспериментальных исследований
	<b>Уметь:</b> – выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования	Не умеет	отсутствие или частичное умение выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования	недостаточное умение выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования.	в целом успешное умение выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования.	полностью сформированное умение выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования.
	<b>Владеть:</b> способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов изме-	Не владеет	отсутствие навыков владения способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результа-	недостаточное владение современными способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов	наличие навыков владения способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений; методами измерений, контроля и испытаний.	успешное владение современными способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений; методами изме-

Код компетенции	РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ И ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ				
		Шкала по традиционной пятибалльной системе				
		недопуск	неудовлетворительно	Базовый уровень удовлетворительно/ диф.зачет	Продвинутый уровень хорошо/ диф.зачет	Высокий уровень отлично/ диф.зачет
		Шкала по балльно-рейтинговой системе				
		0 – 35	36 – 60	61 – 80	81 – 90	91 – 100
	рений; методами измерений, контроля и испытаний.		тов измерений; методами измерений, контроля и испытаний.	измерений; методами измерений, контроля и испытаний.		рений, контроля и испытаний.