

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА

КАФЕДРА «Информационно-измерительная и биомедицинская техника»

СОГЛАСОВАНО

Декан ФРТ

 Холопов И.С.  
«25» 06 2020 г.



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по РОП и МД

 Корячко А.В.  
«25» 06 2020 г.

Руководитель ОПОП

 Кириллов С.Н.  
«25» 06 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

**Б1.О.01.14 «Метрология, стандартизация и сертификация»**

Специальность

11.05.01 Радиотехнические системы и комплексы

ОПОП специалитета

«Радиотехнические системы передачи информации»

Квалификация выпускника – инженер

Форма обучения – очная

Рязань 2020 г.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности)

11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы»,  
утвержденного 09.02.2018 № 94

Разработчик старший преподаватель кафедры ИИБМТ

\_\_\_\_\_ Ю.Л. Гостева

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г., протокол №

\_\_\_\_\_ Заведующий кафедрой ИИБМТ

\_\_\_\_\_ В.И. Жулев., д.т.н., проф.

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы специалитета

Рабочая программа дисциплины «Метрология и радиоизмерения» является составной частью основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) по специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы», разработанной в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы», утвержденным приказом Минобрнауки России от 11.08.2016 г. № 1031.

Целью освоения дисциплины «Метрология и радиоизмерения» является формирование у будущих специалистов твердых теоретических знаний по вопросам метрологии, современным методам и средствам измерений, методикам оценки погрешностей, обработки экспериментальных данных, особенностей радиоизмерений.

Основные задачи освоения учебной дисциплины:

- 1) формирование навыков по организации и проведению измерений с помощью средств электронной техники;
- 2) применение на практике основных требований нормативно-технических документов;
- 3) обучение рациональному выбору измерительных приборов и работе с ними;
- 4) оценка погрешностей измерений, обучение способам борьбы с ними;
- 5) применение методов математической обработки экспериментальных данных;
- 6) применение на практике необходимых методов и средств измерений.

Коды компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-8	Способность владеть основными приемами обработки и представлять экспериментальные данные	<p><u>Знать</u>: инновационные и вариативные концепции, модели, технологии и приемы обработки и представления экспериментальных данных.</p> <p><u>Уметь</u>: применять на практике основные приемы и программные средства обработки и представления данных в соответствии с поставленной задачей, анализировать результаты расчетов и обосновывать полученные выводы.</p> <p><u>Владеть</u>: основными приемами обработки и представления экспериментальных данных.</p>

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Метрология и радиоизмерения» является обязательной, относится к базовой части блока №1 дисциплин основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) «Радиоэлектронные системы и комплексы» по специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы» ФГБОУ ВО «РГРТУ».

Дисциплина изучается по очной форме обучения на 3 курсе в 6 семестре.

*Пререквизиты дисциплины.* Для освоения дисциплины обучающийся должен иметь компетенции, полученные в результате освоения дисциплин «Математика», «Физика», «Основы теории цепей». Для освоения дисциплины обучающийся должен:

*знать:*

- основы интегрального и дифференциального исчисления;
- основные положения теории вероятности и математической статистики;
- знание основных физических законов;
- методы расчета и анализа основных параметров элементов электрической цепи.

*уметь:*

- работать с технической литературой и средствами измерений;
- настроить средства измерений;

*владеть:*

- навыками обращения со средствами измерений;
- анализом количественных значений измеренных параметров сигналов электрической и неэлектрической природы.

*Взаимосвязь с другими дисциплинами.* Курс «Метрология и радиоизмерения» содержательно и методологически взаимосвязан с другими курсами, такими как: «Основы теории цепей», «Цифровые устройства и микропроцессоры» и «Радиотехнические цепи и сигналы».

Программа курса ориентирована на возможность расширения и углубления знаний, умений и навыков специалиста для успешной профессиональной деятельности.

*Постреквизиты дисциплины.* Компетенции, полученные в результате освоения дисциплины необходимы обучающемуся при изучении следующих дисциплин: «Методы и средства радионавигационных измерений», «Вторичная обработка сигналов в РНС», «Электропреобразовательные устройства радиоэлектронных средств».

### 3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость (объем) дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных единицы (108 часов).

Семестр	4		Итого	
Неделя	16			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	24	24	24	24
Практические	8	8	8	8
Лабораторные работы	16	16	16	16
Иная контактная работа	0,25	0,25	0,25	0,25
Итого ауд.	48,25	48,25	48,25	48,25
Сам. Работа	51	51	51	51
Часы на контроль	8,75	8,75	8,75	8,75
Итого	108	108	108	108

## 4. Содержание дисциплины

### 4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

**Тема 1. Введение.** Понятие об измерении. Метрология, задачи метрологии. Государственная метрологическая служба в РФ. Основные законы и нормативно-технические документы РФ в области метрологии, стандартизации и сертификации.

**Тема 2. Теоретические и законодательные основы метрологии.** Физические величины и единицы их измерений. Классификация физических величин. Шкалы измерений. Системы единиц физических величин. Единая международная система единиц (система СИ). Виды измерений. Средства измерений. Классификация средств измерений. Методы измерений. Модель измерений и основные постулаты метрологии. Эталоны единиц физических величин: свойства эталонов, виды эталонов. Образцовые средства измерений. Поверка и калибровка средств измерений. Методы поверки (калибровки) средств измерений. Поверочные схемы. Государственные и локальные поверочные схемы.

**Тема 3. Погрешности измерений.** Погрешности измерений. Классификация погрешностей. Систематические погрешности, методы их учета и исключения. Параметры и законы распределения случайных погрешностей. Типовые модели законов распределения погрешностей. Числовые характеристики случайных величин. Точечные оценки параметров распределения случайных величин. Интервальные оценки случайных величин. Выявление и исключение грубых погрешностей.

**Тема 4. Алгоритмы обработки результатов измерений.** Прямые однократные измерения. Многократные прямые равноточные измерения. Косвенные измерения. Совокупные и совместные измерения. Метод наименьших квадратов.

**Тема 5. Основные задачи прикладной метрологии.** Нормированное значение погрешности. Класс точности средств измерений. Нормирование метрологических характеристик средств измерений. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений: принципы нормирования и группы метрологических характеристик, подлежащих нормированию.

**Тема 6. Методы и средства измерений.** Особенности радиоизмерений. Классификация сигналов. Интегральная характеристика форм сигнала. Масштабные измерительные преобразователи амперметров и вольтметров: шунты, добавочные сопротивления, делители напряжения. Устройство, принцип действия, краткие характеристики аналоговых средств измерений. Устройство, принцип действия, краткие характеристики приборов магнитоэлектрических, электромагнитных, электростатических и электродинамических систем. Устройство, принцип действия, краткие характеристики индукционных приборов. Применение магнитоэлектрических приборов в цепях переменного тока: термоэлектрические и выпрямительные приборы. Электронные вольтметры: свойства, классификация. Вольтметры для измерения постоянного напряжения. Компенсаторы постоянного тока. Вольтметры для измерения переменного напряжения: вольтметры амплитудных значений. Цифровые вольтметры с времяимпульсным преобразованием с однократным компарированием. Измерение параметров цепей методом амперметра-вольтметра. Мосты постоянного тока в равновесном режиме: одинарный и двойной мост. Мосты постоянного тока в неравновесном режиме. Условия равновесия мостов переменного тока. Мост переменного тока для измерения емкости конденсатора. Метод непосредственного измерения сопротивления. Резонансный метод для измерения малых и больших емкостей. Резонансный метод измерения активного сопротивления. Цифровой метод измерения емкости (сопротивления). Измерение частоты.

**Тема 7. Основы стандартизации и сертификации.** Стандартизация: основные понятия и определения. Параметрическая стандартизация. Сертификация: основные понятия

и определения.

#### 4.2. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

##### Очная форма обучения (таблица)

п/п	Тема	Общая трудоемкость, всего часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем				Самостоятельная работа обучающихся
			Всего	Лекции	Практ.	Лабор.	
1	Введение.	4	2	2	-	-	2
2	Теоретические и законодательные основы метрологии.	10	4	4	-	-	6
3	Погрешности измерений.	24	10	4	2	4	14
4	Алгоритмы обработки результатов измерений.	16	8	2	2	4	8
5	Основные задачи прикладной метрологии.	18	10	4	2	4	8
6	Методы и средства измерений.	30	12	6	2	4	18
7	Основы стандартизации и сертификации.	6	2	2	-	-	4
	Всего:	108	48	24	8	16	60

##### Виды практических, лабораторных и самостоятельных работ

##### Очная форма обучения

п/п	Тема	Вид работы	Наименование и содержание работы	Трудоемкость, часов
1	Введение.	Самостоятельная работа обучающегося.	Изучение конспекта лекций.	2
2	Теоретические и законодательные основы метрологии.	Самостоятельная работа обучающегося.	Изучение конспекта лекций.	6
3	Погрешности измерений.	Самостоятельная работа обучающегося.	Изучение конспекта лекций. Подготовка и выполнение лабораторной работы, оформление отчета.	14
		Практические занятия.	Количественные характеристики погрешностей.	2
		Лабораторная работа.	Изучение комплекса приборов лабораторного стенда.	4

п/п	Тема	Вид работы	Наименование и содержание работы	Трудо- емкость, часов
4	Алгоритмы обработки результатов измерений.	Самостоятельная работа обучающегося.	Изучение конспекта лекций. Подготовка и выполнение лабораторной работы, оформление отчета.	8
		Практические занятия.	Обработка результатов измерений.	2
		Лабораторная работа.	Поверка измерительных приборов и обработка результатов измерений.	4
5	Основные задачи прикладной метрологии.	Самостоятельная работа обучающегося.	Изучение конспекта лекций. Подготовка и выполнение лабораторной работы, оформление отчета.	8
		Практические занятия.	Обработка результатов измерений.	2
		Лабораторная работа.	Исследование амперметров и вольтметров.	4
6	Методы и средства измерений.	Самостоятельная работа обучающегося.	Изучение конспекта лекций. Подготовка и выполнение лабораторной работы, оформление отчета.	18
		Практические занятия.	Масштабные измерительные преобразователи амперметров и вольтметров. Устройство и принцип действия электромеханических амперметров и вольтметров. Мостовые измерительные схемы.	2
		Лабораторная работа.	Исследование электронного осциллографа.	4
7	Основы стандартизации и сертификации.	Самостоятельная работа обучающегося.	Изучение конспекта лекций. Изучение основной и дополнительной литературы, рекомендуемой по данной теме.	4

### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах: Учеб. для вузов / Под ред. Нефедова В.И., Сигова А.С. – М.: Высш. шк., 2005. 599с. 20 экз.

2. Основы метрологии и измерительная техника: Методические указания к лабораторным работам/ Под ред. А.М. Беркутова и В.И. Жулева. – Рязань: РГРТА, 1999. 88 с. 115 экз.

3. Основы метрологии, стандартизации и измерительной техники: учебное пособие / Гостева Ю.Л., Жулев В.И., Лукьянов Ю.А. – Рязань: РГРТУ, 2013. 80 с. 39 экз.

4. Радкевич Я.М., Схиртладзе А.Г., Лактионов Б.И. Метрология, стандартизация и сертификация: Учеб. для вузов. – М.: Высш. шк., 2004. – 767 с. 26 экз.

5. Садовский Г.А. Теоретические основы информационно-измерительной техники. / Учебное пособие. – М.: Высш. шк., 2008. 80 экз.

#### **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Фонд оценочных средств приведен в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Оценочные материалы по дисциплине «Метрология и радиоизмерения»).

#### **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

##### **Основная учебная литература:**

1. Булгаков О.М. Теоретические основы, методы и техника электрорадиоизмерений [Электронный ресурс]: учебное пособие / О.М. Булгаков, О.В. Четкин. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 158 с. — 978-5-4486-0117-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/70282.html>
2. Лабковская Р.Я. Метрология и электрорадиоизмерения [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : , 2016. — 156 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/100254>
3. Методы и средства измерения параметров цепей: учебное пособие / Беркутов А.М., Лукьянов Ю.А. – Рязань: РГРТА, 2001. 80 с. 78 экз.
4. Основы метрологии, стандартизации и измерительной техники: учебное пособие / Гостева Ю.Л., Жулев В.И., Лукьянов Ю.А. – Рязань: РГРТУ, 2013. 80 с. 39 экз.
5. Прошин Е.М. Цифровые измерительные устройства. / Учебное пособие. – Рязань.: РГРТУ, 2011. – 224 с. 22 экз.
6. Раннев Г.Г. Методы и средства измерений: Учебник для вузов – 2-е изд., стереотип. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 331 с. 151 экз.
7. Радкевич Я.М., Схиртладзе А.Г., Лактионов Б.И. Метрология, стандартизация и сертификация: Учеб. для вузов. – М.: Высш. шк., 2004. – 767 с. 26 экз.
8. Романова, Л.А. Метрологические основы поверки и калибровки средств электрических измерений. Учебное пособие в 2-х частях [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва: АСМС, 2014. — 84 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/69315>
9. Садовский Г.А. Теоретические основы информационно-измерительной техники. / Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 2008. – 478 с. 80 экз.
10. Садовский Г.А. Теоретические основы информационно-измерительной техники. Задачи и упражнения. – М.: Высшая школа, 2009. – 216 с. 41 экз.

##### **Дополнительная учебная литература:**

1. Болтон, У. Карманный справочник инженера-метролога [Электронный ресурс] : справ. — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2010. — 380 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/60989>
2. Дресвянников, А.Ф. Эталоны физических величин: учебное пособие [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Казань : КНИТУ, 2013. — 144 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/73498>
3. Кушнир Ф.В. Электрорадиоизмерения: Учебное пособие. – Л.: Энергоатомиздат, 1983. – 320 с. 130 экз.
4. Мейзда Ф. Электронные измерительные приборы и методы измерений: Пер. с англ. – М.: Мир, 1990. – 535 с. 13 экз.

5. Новицкий П.В., Зограф И.А. Оценка погрешностей результатов измерений. – Л.: Энергоатомиздат, 1991. – 304 с. 10 экз.

6. Основы метрологии и измерительная техника: Методические указания к лабораторным работам/ Под ред. А.М. Беркутова и В.И. Жулева. – Рязань: РГРТА, 1999. 88 с. 115 экз.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

1. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (<http://www.gost.ru>).

2. Электронно-библиотечная система «Лань», режим доступа – с любого компьютера РГРТУ без пароля. – URL: <https://e.lanbook.com/>

3. Электронно-библиотечная система «IPRbooks», режим доступа – с любого компьютера РГРТУ без пароля, из сети интернет по паролю. – URL: <https://iprbookshop.ru/>.

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Для освоения дисциплины требуются знания в области истории развития деятельности по метрологии в Российской Федерации и навыки работы с нормативной документацией.

Обязательное условие успешного усвоения курса – большой объём самостоятельно проделанной работы.

Рекомендуется следующим образом организовать время, необходимое для изучения дисциплины:

Изучение конспекта лекции в тот же день, после лекции – 10-15 минут.

Изучение теоретического материала по учебнику и конспекту – 1 час в неделю в ходе подготовки к лабораторной работе.

Перед выполнением лабораторной работы необходимо внимательно ознакомиться с заданием. Желательно заранее изучить теоретический лекционный материал.

Перед сдачей работы рекомендуется ознакомиться со списком вопросов изучаемой темы и попытаться самостоятельно на них ответить, используя конспект лекций и рекомендуемую литературу. Таким образом, вы сможете сэкономить свое время и время преподавателя.

Кроме чтения учебной литературы из обязательного списка рекомендуется активно использовать информационные ресурсы сети Интернет по изучаемой теме. Ответы на многие вопросы, связанные с практикой деятельности по метрологии, вы можете получить в сети Интернет, посещая соответствующие информационные ресурсы.

Самостоятельное изучение тем учебной дисциплины способствует:

–закреплению знаний, умений и навыков, полученных в ходе аудиторных занятий;

–углублению и расширению знаний по отдельным вопросам и темам дисциплины;

–освоению умений прикладного и практического использования полученных знаний в области деятельности по метрологии.

Самостоятельная работа как вид учебной работы может использоваться на лекциях, лабораторных работах, а также иметь самостоятельное значение – внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся – при подготовке к лекциям, лабораторным работам, а также подготовке к теоретическому зачету.

Основными видами самостоятельной работы по дисциплине являются:

– самостоятельное изучение отдельных вопросов и тем дисциплины "Метрология и радиоизмерения";

- подготовка к лабораторным работам;
- подготовка к защите лабораторной работы, оформление отчета.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

### **Перечень лицензионного программного обеспечения:**

1) Операционная система Windows XP, Windows 7 (лицензия Microsoft DreamSpark Membership ID 700565235);

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Для освоения дисциплины необходимы:

- 1) для проведения лекционных занятий необходима аудитория с достаточным количеством посадочных мест, соответствующая необходимым противопожарным нормам и санитарно-гигиеническим требованиям;
- 2) для проведения практических занятий и лабораторных работ необходима лаборатория метрологии, оснащенная генераторами, вольтметрами, осциллографами, блоками питания.
- 3) для проведения лекций и практических занятий аудитория должна быть оснащена проекционным оборудованием.

Программу составил  
старший преподаватель кафедры ИИБМТ

Ю.Л. Гостева