

**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Радиофизический факультет

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО  
решением ученого совета ННГУ  
протокол от  
«31» мая 2023 г. № 6

**Рабочая программа дисциплины**

Метрология и радиоизмерения

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

Специалитет

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

11.05.02 - Специальные радиотехнические системы

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Радиотехнические системы и комплексы специального назначения

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2023 год

## 1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина Б1.О.32 «Метрология и радиоизмерения» относится к обязательной части ООП направления подготовки 11.05.02 Специальные радиотехнические системы.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ОПК-5: Способен учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники в своей профессиональной деятельности	ОПК-5.1: Анализирует современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники. ОПК-5.2: Использует современную электронику, измерительную и вычислительную технику.	ОПК-7.1: Знать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники и уметь их анализировать. ОПК-7.2: Уметь использовать современную электронику, измерительную и вычислительную технику.	Собеседование
ОПК-9: Способен осваивать работу на современном измерительном, диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения научно-технических задач в области радиотехники	ОПК-9.1: Измеряет параметры электрических сигналов в цепях переменного и постоянного токов, оценивать погрешности измерений. ОПК-9.2: Понимает основные методы измерения параметров и характеристик радиотехнических устройств.	ОПК-9.1: Уметь измерять параметры электрических сигналов в цепях переменного и постоянного токов, оценивать погрешности измерений. ОПК-9.2: Знать основные методы измерения параметров и характеристик радиотехнических устройств.	Собеседование

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1. Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость	2 ЗЕТ
Часов по учебному плану	72
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	16
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	0

<b>- КСР</b>	<b>1</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>55</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>0</b> <b>зачёт</b>

### 3.2. Содержание дисциплины

*(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)*

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
	очная	очная	очная	очная	очная	очная
Тема 1. Основные понятия метрологии	14	3			3	11
Тема 2. Погрешности измерений и обработка результатов измерений	15	4			4	11
Тема 3. Методы измерения параметров электромагнитных сигналов	14	3			3	11
Тема 4. Измерение параметров цепей с сосредоточенными и распределёнными постоянными	14	3			3	11
Тема 5. Метрологическое обеспечение проектирования и эксплуатации защищённых телекоммуникационных систем	14	3			3	11
Аттестация						
КСР	1				1	
Итого	72	16			17	55

Практическая подготовка в рамках занятий лекционного типа предусматривает закрепление навыков экспериментальных исследований.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

- практических навыков в соответствии с профилем ОП:
  - определение технических характеристики электронных систем;
  - планирование и проведение экспериментальных исследований электронных систем;
  - умение оценивать технические возможности и вырабатывать рекомендации по построению электронных систем.
- компетенций: ОПК-5, ОПК-9.

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках групповых или индивидуальных консультаций.

#### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используется электронный курс (Метрология и радиоизмерения, <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=8479>), созданный в системе электронного обучения ННГУ - <https://e-learning.unn.ru>.

Кроме того, самостоятельная работа обучающихся обеспечивается основной и дополнительной учебной литературой, указанной в п.6.

#### 5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

##### 5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.

<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения.  Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки.  Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки  при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки  при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки  при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

### Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой
	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»

	Удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	Неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

## 5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

(согласно оценочным средствам п.2)

### 5.2.1. Контрольные вопросы

<i>Вопросы</i>	<i>Код формируемой компетенции</i>
1) Виды погрешностей и их источники.	ОПК-5, ОПК-9
2) Методы уменьшения погрешностей.	ОПК-5, ОПК-9
3) Методы измерения частоты.	ОПК-5, ОПК-9
4) Методы измерения мощности.	ОПК-5, ОПК-9
5) Анализ распределения вероятностей непрерывного случайного процесса.	ОПК-5, ОПК-9
6) Методы измерения корреляционной функции.	ОПК-5, ОПК-9
7) Измерение электрических параметров линейных цепей.	ОПК-5, ОПК-9
8) Измерение сопротивлений, индуктивностей и ёмкостей.	ОПК-5, ОПК-9
9) Измерение параметров четырёхполюсников на ВЧ.	ОПК-5, ОПК-9
10) Виды и устройство АЦП	ОПК-5, ОПК-9
11) Виды и устройство ЦАП	ОПК-5, ОПК-9
12) Основы разводки плат для ВЧ устройств	ОПК-5, ОПК-9
13) Осциллографические пробники, виды и особенности использования	ОПК-5, ОПК-9
14) Задачи, стоящие при анализе цифрового канала связи.	ОПК-5, ОПК-9
15) Методы измерения джиттера.	ОПК-5, ОПК-9
16) Система стандартизации.	ОПК-5

## 5.2.2. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенций ОПК-5, ОПК-9

### Задача 1

Определить пределы инструментальных абсолютной и относительной погрешностей измерения тока  $I = 67$  мА, если измерения проводились магнитоэлектрическим миллиамперметром с нулем в начале шкалы, классом точности 1.0 и пределом измерения  $A = 100$  мА.

### Задача 2

Определить пределы инструментальных абсолютной и относительной погрешностей измерения напряжения  $U = 8,6$  В, если измерения проводились магнитоэлектрическим вольтметром с нулем в середине шкалы, классом точности 2,5 и пределами измерения  $A = \pm 25$  В.

### Задача 3

Оценить инструментальные погрешности измерения тока двумя магнитоэлектрическими миллиамперметрами с классами точности 0,5 и 1.0 и указать, какой из результатов получен с большей точностью, а также, могут ли показания  $I_1 = 19,0$  мА и  $I_2 = 18,6$  мА исправных приборов отличаться так, как задано в условии? Миллиамперметры имеют нули в начале шкалы и пределы  $A_1 = 50$  мА и  $A_2 = 20$  мА.

### Задача 4

Определить инструментальную абсолютную погрешность измерения сопротивления  $R_x = 200$  кОм с помощью комбинированного прибора, если он имеет класс точности 4,0, длину рабочей части шкалы  $L = 80$  мм, отметке 200 кОм соответствует длина шкалы  $l = 40$  мм.

### Задача 5

В результате поверки амперметра установлено, что 70% погрешностей результатов измерений, произведенных с его помощью, не превосходят 20 мА. Считая, что погрешности распределены по нормальному закону с нулевым математическим ожиданием, определить среднюю квадратическую погрешность.

### Задача 6

Погрешности результатов измерений, произведенных с помощью амперметра, распределены по нормальному закону; сигма равно 20 мА, систематической погрешностью можно пренебречь. Сколько независимых измерений нужно сделать, чтобы хотя бы для одного из них погрешность не превосходила 5 мА с вероятностью не менее 0,95?

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) основная литература:

1. С.И. Боридько, Н.В. Дементьев, Б.И. Тихонов, И.А. Ходжаев. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах. — Горячая Линия - Телеком, 2012. Электронный ресурс: ЭБС «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/>
2. Хамадулин Э.Ф. Методы и средства измерений в телекоммуникационных системах. - М.:Юрайт, 2009. Электронный ресурс: электронная библиотека Юрайт <https://biblio-online.ru>

б) дополнительная литература:

1. Метрология, стандартизация и сертификация [Электронный ресурс] / Степанов А.М., Пучка О.В., Шахова Л.Д., Митякина Н.А. - М.: Издательство АСВ, 2016. – Электронный ресурс: ЭБС «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930939798.html>
2. Электронные измерения в нанотехнологиях и микроэлектронике [Электронный ресурс] / Афонский А.А., Дьяконов В.П. - М.: ДМК Пресс, 2011. - Электронный ресурс: ЭБС «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940746263.html>

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

- Электронные библиотеки:

Юрайт <https://biblio-online.ru>

ЭБС «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru>

- курс Метрология и радиоизмерения, <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=8479>, созданный в СЭО ННГУ

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: Лекционный зал, аудитории для практических занятий в группах, универсальный цифровой осциллограф, универсальный цифровой генератор, мультимедийный проектор.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО/ОС ННГУ по направлению 11.05.02 «Специальные радиотехнические системы», специальности (специализации) «Радиотехнические системы и комплексы специального назначения».

Автор(ы): Пархачёв В.В.

Заведующий кафедрой: Фитасов Е.С.

Программа одобрена на заседании методической комиссии президиума ученого совета ННГУ от 14 декабря 2021, протокол № 4.