

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Радиофизический факультет  
(факультет / институт / филиал)

---

УТВЕРЖДЕНО  
президиумом  
Ученого совета ННГУ  
протокол от  
«14» декабря 2021 г. № 4

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Методы радиофизических измерений  
(наименование дисциплины (модуля))

---

Уровень высшего образования  
бакалавриат  
(бакалавриат / магистратура / специалитет)

---

Направление подготовки / специальность  
03.03.03 РАДИОФИЗИКА

---

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы  
Радиофизика и электроника

---

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Квалификация (степень)  
БАКАЛАВР

---

(бакалавр / магистр / специалист)

Форма обучения  
очная

---

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижегород

2022

## 1. Место и цели дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина «Методы радиофизических измерений» относится к базовой части профессионального цикла основной образовательной программы (ООП) высшего профессионального образования (ВПО) по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика» и направленности «Радиофизика и электроника» на радиофизическом факультете ННГУ и является обязательной для освоения в 7 семестре.

### Целями освоения дисциплины являются:

Изучение основных методов радиофизических измерений, используемых при исследовании характеристик электромагнитных полей, сигналов и цепей.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции (код компетенции, уровень освоения – при наличии в карте компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
ОПК-1 способность к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности (этап освоения - завершающий)	Знать методические основы метрологии.  Владеть базовым математическим аппаратом.
ПК-1 Способность понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования (этап освоения - завершающий)	Знать принципы построения и особенности схемотехники радиоэлектронных устройств измерительной аппаратуры..  Уметь рационально выбрать квазиоптимальный метод измерений.
ПК-2 Способность использовать основные методы радиофизических измерений (этап освоения - завершающий)	Знать современные методы измерения параметров ЭМ полей и сигналов.  Владеть простейшими алгоритмами программирования микропроцессоров серии MSP400 в задачах обработки измерительной информации .

## 2. Структура и содержание дисциплины (модуля)

Объем дисциплины (модуля) составляет 2 зачетных единицы, всего 72 часа, из которых 33 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (16 часов занятия лекционного типа, 16 часов лабораторные занятия, 1 час мероприятия промежуточной аттестации), 39 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

Содержание дисциплины (модуля)

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),  форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)			В том числе												Самостоятельная работа		
				Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы														
				из них														
	Занятия лекционного типа			Занятия семинарского типа			Занятия лабораторного типа			Всего								
Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная				
1. Общие сведения об измерениях, видах погрешностей и методах их устранения	4			2								2			2			
2. Цифровые методы измерений и их специфика	4 2			4					18			2 2			2 0			
3. Методы измерений постоянных и низкочастотных ЭМ полей	4			2								2			2			
4. Особенности измерения характеристик радиочастотных и СВЧ полей	8			4								4			4			
5. Оптимальные и квазиоптимальные методы измерений параметров сигналов	8			4								4			4			
6. Спектральное оценивание детерминированных и случайных процессов	6			2								2			4			

Промежуточная аттестация  
зачёт

#### 4 Образовательные технологии

Аудиторные лекционные занятия, лабораторные занятия с использованием комплекта измерительной аппаратуры фирмы "National Instruments" и персональных компьютеров

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

Самостоятельная работа обучающихся по данной дисциплине заключается в самостоятельном изучении материала, закрепляющего и дополняющего полученные в рамках лекционных занятий знания. Самостоятельная работа ведётся с использованием литературных источников, перечисленных в п. 7 программы. Задания для самостоятельной работы выдаются обучающимся по окончании изучения каждой темы. Контроль самостоятельной работы проводится во время аттестации (зачёта).

#### 6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю),

включающий:

6.1 Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования.

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования приведено в приложении 1.

6.2 Описание шкал оценивания.

Шкала оценивания имеет два значения: зачёт, незачёт.

6.3 Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих этапы формирования компетенций.

Процедура оценивания при аттестации включает в себя письменные ответы вопросы с дальнейшим собеседованием. Оценивание результатов обучения в виде умений и владений происходит при текущем контроле по результатам контрольных заданий, а также во время зачёта.

6.4 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

#### Вопросы для контроля

1. Виды погрешностей, их источники.
2. Законы распределения вероятностей случайных ошибок.

3. Методы уменьшения систематических аддитивных и мультипликативных погрешностей.
4. Получена серия измерений напряжения  $V=\{3,3; 5,5; 4,3\}$  дБмВ. Получить результаты точечной и интервальной оценки. Результаты выразить в вольтах с указанием точности.
5. Структура АЦП, шум квантования.
6. Оценить СКО шума квантования для АЦП разрядности  $R=8$  и верхним пределом преобразования, равном  $V=5V$ .
7. Трансверсальный цифровой ФНЧ и его устойчивость.
8. Рекурсивный цифровой ФНЧ и его устойчивость.
- 9.. Особенности модуляционного метода измерений.
10. Измерение напряженности квазистатического электрического поля.
11. Методы магнитных измерений в зависимости от величины напряженности низкочастотного магнитного поля.
12. Магнитомодуляционный измеритель напряженности магнитного поля (феррозонд).
13. Использование ЯМР для магнитных измерений.
14. Измерение предельно слабых магнитных полей (СКВИД).
15. Метод эталонной антенны.
16. Метод эталонного поля.
17. Измерение СВЧ мощности и КСВ в волноводах.
18. Оптимальные алгоритмы измерения параметров сигналов (метод максимального правдоподобия).
19. Квазиоптимальные методы измерения частоты.
20. Цифровой измеритель фазовых сдвигов.
21. Различия Фурье-спектра, текущего и мгновенного спектров.
22. Разрешающая способность и время анализа анализаторов спектра параллельного и последовательного типа.
23. Назначение и определение цифрового фильтра.
24. Характеристики цифрового фильтра в частотной области.
25. Модели целочисленных БИХ и КИХ фильтров.
26. Проектирование цифровых фильтров методами целочисленного нелинейного программирования.

#### Критерии оценок

Зачтено	Студент после подготовки с использованием конспекта лекций может последовательно изложить ответ на контрольный вопрос, знает основные понятия и определения из материала дисциплины.
Не зачтено	Студент после подготовки с использованием конспекта лекций не может последовательно изложить ответ на контрольный вопрос, либо не знает основные понятия и определения из материала дисциплины.

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

а) основная литература:

1. Ви нокуров В.И., Каплан С.И., Петелин И.Г. Электрорадиоизмерения. М.: Радио и связь, 1986.-351с.
2. Измерения в электронике.-Ред.В.А.Кузнецов. –М.: Энергоатомиздат, 1987.-510с.

3.Мирский Г.Я. Электронные измерения. –М.;Радио и связь, 1966.-440с.

4.Ф.Мейзда Электрон ные измерительные приборы и методы измерений. –М.:Мир, 1990.-535с.

б) дополнительная литература:

1.Лавренчик В.Н. Постановка физического эксперимента и статистическая обработка его результатов: Учебп. пособие для вузов. –М.: Энергоатомиздат, 1986.-272с.

2.Сопряжение датчиков и устройств ввода данных с компьютерами IBM PC. Ред.У.Томкинс и Дж.Уэбстер. –М.:Мир, 1992.-975с.

3.Дворяшин В.В. Радиотехнические измерения. –М.:Сов. Радио. 1976.-360с.

4.Кушнир Д.В. и др. Измерения в технике связи. –М.:Связь, 1976.-430с.

5.Харт Х. Введение в измерительную технику. –М.:Мир, 1999.-391с.:

#### **Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля):**

- комплект контрольно-измерительной аппаратуры фирмы “National Instruments”,

- персональные компьютеры на рабочих столах.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО/ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВПО по направлению подготовки 03.04.03 Радиофизика.

Автор \_\_\_\_\_ ст. преподаватель Односец В.А.

Рецензент \_\_\_\_\_ Бакунов М.И.

Заведующий кафедрой\_\_\_\_\_ Фитасов Е.С.

Программа одобрена на заседании методической комиссии радиофизического факультета от «09» декабря 2021 года, протокол № 07/21.

## Карты компетенций, в формировании которых участвует дисциплина

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
У1 (ОК-3) Уметь самостоятельно осваивать отдельные разделы дисциплины	Отсутствие умений	Фрагментарное использование умения самостоятельно осваивать отдельные разделы дисциплины	В целом, успешное, но не систематическое использование умения самостоятельно осваивать отдельные разделы дисциплины	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение самостоятельно осваивать отдельные разделы дисциплины	Сформированное умение самостоятельно осваивать отдельные разделы дисциплины
З1 (ПК-1) Знать характеристики и математические методы анализа систематических и случайных ошибок экспериментальных результатов. Знать основные методы измерений интенсивности ЭМ полей и характеристик сигналов в широком частотном диапазоне, принципы спектрального анализа.	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания
З1 (ПК-2) Знание особенностей схемотехники аппаратуры, предназначенной для измерения параметров ЭМ полей и сигналов в различных частотных диапазонах.	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания
У1 (ПК-2) Уметь грамотно на научном языке излагать изученный материал, описывать методы и средства проведения	Отсутствие умений	Фрагментарное использование умения грамотно на научном языке излагать изученный	В целом, успешное, но не систематическое использование умения	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение грамотно на	Сформированное умение грамотно на научном языке излагать изученный материал

радиофизических змерений.		материал,	грамотно на научном языке излагать изученный материал	научном языке излагать изученный материал	
В1 (ПК-2) Владеть методами проектирования простейших цифровых фильтров.	Отсутствие навыков	Фрагментарное владение специальными методами	В целом, успешное, но не систематическо е владение методами	Успешное, но содержащее отдельные пробелы владение методами	Успешное и систематическо е применение специальных методов