

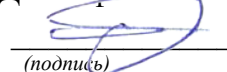
**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова**

Кафедра интеллектуальных информационных радиофизических систем

**УТВЕРЖДАЮ**

Декан физического факультета



(подпись)

**И.С. Огнев**

**«17» мая 2022 г.**

**Рабочая программа дисциплины  
«Радиофизические измерения»**

Направление подготовки  
03.04.03 Радиофизика

Направленность (профиль)  
Информационные процессы и системы

Форма обучения  
очная

Программа одобрена  
на заседании кафедры  
от «28» апреля 2022 года, протокол № 3

Программа одобрена НМК  
физического факультета  
протокол № 5 от «11» мая 2022 года

Ярославль

### 1. Цели освоения дисциплины

Целью курса является получение базовых знаний и практических навыков в области постановки и проведения радиофизических измерений, получении, обработки и интерпретации полученных результатов.

Задачей курса является знакомство студентов с современным состоянием в области теории и практики радиоволновых измерений технологических параметров, радиоволновыми методами, конструкциями ВЧ и СВЧ датчиков применяемыми при исследовании параметров различных технологических процессов.

### 2. Место дисциплины в структуре ОП магистратуры

Данная дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, является дисциплиной по выбору, и требует знаний, умений и навыков в объеме бакалаврской программы направлений 03.03.03, 11.03.01, 11.03.02 и родственных. Знания, умения и навыки, полученные при изучении дисциплины, используются студентами в ходе научной работы магистрантов и практик.

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОП магистратуры

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

| Формируемая компетенция<br>(код и формулировка)  | Индикатор достижения компетенции<br>(код и формулировка)  | Перечень планируемых результатов обучения  |
|--|---|--|
| <b>Профессиональные компетенции</b>  |   |  |
| ПК-2<br>Способен к организации и самостоятельному выполнению фундаментальных и (или) прикладных исследований поискового, теоретического и (или) экспериментального характера включая моделирование с использованием программных средств общего и специального назначения | ИД_ПК-2.1<br>Составляет план проведения исследований и при необходимости корректирует его с учетом текущих результатов исследования | <b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– основные радиофизические методы измерений и основные средства измерения параметров различных технологических процессов;</li><li>– физические основы построения радиоволновых ВЧ и СВЧ датчиков и их реализация с учетом специфики измеряемых параметров и контролируемых объектов;</li><li>– методы обработки данных измерений.</li></ul> <b>Уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– применять методы радиофизических измерений для решения практических задач.</li></ul> |
|  | ИД_ПК-2.2<br>Самостоятельно выполняет исследование теоретического и (или) экспериментального характера в соответствии с планом      | <b>Уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– применять методы радиофизических измерений для решения практических задач.</li></ul> <b>Владеть навыками:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– работы с измерительной аппаратурой;</li><li>– измерения геометрических величин, параметров движения, физических свойств материалов и изделий радиофизическими методами.</li></ul>  |

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 акад.часов.

| №<br>п/п | Темы (разделы)<br>дисциплины,<br>их содержание   | Семестр | Виды учебных занятий,<br>включая самостоятельную<br>работу студентов,<br>и их трудоемкость<br>(в академических часах) |              |              |              |               |                           | Формы текущего<br>контроля успеваемости<br><br>Форма промежуточной<br>аттестации<br>(по семестрам)<br><br>Формы ЭО и ДОТ<br>(при наличии) |
|----------|--|---------|---|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------------------|---|
|          |  |         | Контактная работа   |              |              |              |               | самостоятельная<br>работа |   |
|          |  |         | лекции  | практические | лабораторные | консультации | аттестационны |                           |   |
| 1        | Физические основы и<br>технические средства<br>реализации радиоволновых<br>методов измерения | 3       |   | 4            |              | 1            |               | 20                        | устный опрос,   |
|          | в том числе с ЭО и ДОТ   |         |   |              |              |              |               | 5                         |   |
| 2        | Измерение геометрических<br>параметров   | 3       |   | 3            |              | 0,5          |               | 15                        | устный опрос,   |
|          | в том числе с ЭО и ДОТ   |         |   |              |              | 0,5          |               | 5                         |   |
| 3        | Измерение механических<br>величин  | 3       |   | 4            |              | 0,5          |               | 15                        | устный опрос  |
|          | в том числе с ЭО и ДОТ   |         |   |              |              |              |               | 5                         |   |
| 4        | Измерение параметров<br>движения   | 3       |   | 3            |              | 0,5          |               | 15                        | устный опрос  |
|          | в том числе с ЭО и ДОТ   |         |   |              |              |              |               | 5                         |   |
| 5        | Измерение физических<br>свойств материалов и<br>изделий                                      | 3       |   | 4            |              | 0,5          |               | 21,7                      | устный опрос  |
|          | в том числе с ЭО и ДОТ   |         |   |              |              | 0,5          |               | 5                         |   |
|          |  | 3       |   |              |              |              | 0,3           |                           | Зачет   |
|          | Всего за 3 семестр 108<br>часов  |         |   | 18           |              | 3            | 0,3           | 86,7                      |   |
|          | в том числе с ЭО и ДОТ   |         |   |              |              | 1            |               | 25                        |   |
|          | ИТОГО  |         |   | 18           |              | 3            | 0,3           | 86,7                      |   |
|          | в том числе с ЭО и ДОТ   |         |   |              |              | 1            |               | 25                        |   |

Примечание: объем (в часах) самостоятельной работы в рамках установленного данной РПД количества часов, выполняемой студентом с применением ЭО и ДОТ (в ЭУК «Радиофизические измерения» в LMS Moodle, определяется каждым студентом в зависимости от уровня его подготовки и способов выполнения данного вида работ.

#### Содержание разделов дисциплины:

##### 1. Физические основы и технические средства реализации радиоволновых методов измерения

Электромагнитные системы с распределенными параметрами. Элементы ВЧ и СВЧ трактов и генераторы электромагнитных сигналов. Информативные параметры электромагнитных систем.

##### 2. Измерение геометрических параметров.

Измерение толщины материалов и изделий. Измерение толщины металлического листа. Измерение толщины диэлектрических материалов и покрытий. Измерение диаметра. Измерение диаметра протяженных изделий. Измерение внутреннего диаметра труб. Измерение диаметра объектов, не имеющих доминирующего размера. Контроль формы объектов. Измерение длины протяженных изделий.

### **3. Измерение механических величин.**

Измерение уровня. Непрерывное измерение уровня. Инвариантное измерение уровня. Сигнализация уровня. Измерение количества вещества, произвольно распределенного по объему емкости. Плоская граница раздела при произвольном положении емкости. Произвольное распределение вещества в емкости. Измерение давлений, усилий и деформаций.

### **4. Измерение параметров движения.**

Измерение линейной скорости. Измерение скорости потока и расхода. Измерение частоты вращения. Измерение вибраций. Измерение ускорения.

### **5. Измерение параметров движения.**

Измерение влажности. Измерение физических свойств вещества в потоке. Контроль и измерение параметров некоторых технологических процессов: Сигнализация наличия, счет и идентификация объектов. Диагностика двигателей внутреннего сгорания. Обнаружение и локализация утечек в трубопроводах. Определение ориентации волокон в бумаге и лесоматериалах. Измерение температуры

## **5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе обучения проводятся практические занятия, в ходе которых используются образовательные технологии:

**Практическое занятие** – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков и закреплению знаний, полученных на лекциях.

Задействованы:

- решение задач;
- коллективная мыслительная деятельность, в т.ч. мозговой штурм;
- анализ конкретных ситуаций.

**Консультации** – вид учебных занятий, являющийся одной из форм контроля самостоятельной работы студентов. На консультациях по просьбе студентов рассматриваются наиболее сложные моменты при освоении материала дисциплины, преподаватель отвечает на вопросы студентов, которые возникают у них в процессе самостоятельной работы.

**Асинхронная консультация** (в рамках онлайн курса) – занятие по окончании модуля, на котором проводится консультация по изученному материалу, формам заданий текущего контроля, ответы на вопросы студентов по дисциплине.

В процессе обучения используются следующие технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии:

Электронный учебный курс «Радиофизические измерения» в LMS Электронный университет Moodle ЯрГУ, в котором:

- представлены задания для самостоятельной работы обучающихся по темам дисциплины;
- представлены правила прохождения промежуточной аттестации по дисциплине;
- представлен список учебной литературы, рекомендуемой для освоения дисциплины;
- представлена информация о форме и времени проведения консультаций по дисциплине в режиме онлайн;

- посредством форума осуществляется синхронное и (или) асинхронное взаимодействие между обучающимися и преподавателем в рамках изучения дисциплины.

## **6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

для формирования материалов для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации, для формирования методических материалов по дисциплине:

- программы Microsoft Office;
- издательская система LaTeX;
- Adobe Acrobat Reader.

## **7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT»  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

### **а) основная литература**

1. Рачков, М. Ю. Технические измерения и приборы : учебник и практикум для вузов / М. Ю. Рачков. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 151 с. — URL: <https://urait.ru/bcode/471583>
2. Хамадулин, Э. Ф. Основы радиоэлектроники: методы и средства измерений : учебное пособие для среднего профессионального образования / Э. Ф. Хамадулин. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 365 с. — URL: <https://urait.ru/bcode/495303>

### **б) дополнительная литература:**

1. Аминев, А. В. Основы радиоэлектроники: измерения в телекоммуникационных системах: учебное пособие для среднего профессионального образования / А. В. Аминев, А. В. Блохин ; под общей редакцией А. В. Блохина. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 223 с. — URL: <https://urait.ru/bcode/495304>
2. Латышенко, К. П. Технические измерения и приборы в 2 т. Том 1 в 2 кн. Книга 1 : учебник для вузов / К. П. Латышенко. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 250 с. — URL: <https://urait.ru/bcode/452400>
3. Латышенко, К. П. Технические измерения и приборы в 2 т. Том 1 в 2 кн. Книга 2 : учебник для вузов / К. П. Латышенко. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 259 с. — URL: <https://urait.ru/bcode/491897>

### **в) ресурсы сети «Интернет»**

1. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ ([http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)).
2. Савицкий С.С. Методы и средства неразрушающего контроля. Учебное электронное издание. Минск, 2012. Репозиторий Белорусского национального технического

университета (свободный доступ): URL:  
[https://rep.bntu.by/bitstream/data/3751/1/Metody\\_i\\_sredstva\\_nerazrushayushchego\\_kontrolya.pdf](https://rep.bntu.by/bitstream/data/3751/1/Metody_i_sredstva_nerazrushayushchego_kontrolya.pdf)

3. ГОСТ 23480-79 Контроль неразрушающий. Методы радиоволнового вида. Общие требования (с Изменениями N 1, 2). URL: <https://www.ntcexpert.ru/documents/docs/gost-23480-79.pdf>

#### **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения практических занятий (семинаров);
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций,
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ЯрГУ.

Число посадочных мест в аудитории для практических занятий (семинаров) равно списочному составу группы обучающихся.

Автор:

Ст. преподаватель

каф. инфокоммуникаций и радиофизики

Фомичев Н.И.

(подпись)

**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины  
«Радиофизические измерения»**

**Фонд оценочных средств  
для проведения текущей и промежуточной аттестации студентов  
по дисциплине**

**1. Контрольные задания и иные материалы,  
используемые в процессе текущей аттестации**

**Устный опрос**

Устный опрос проводится по вопросам к зачету.

**Критерии оценивания ответов на вопросы опроса**

| <b>Критерий</b>                    | <b>Пороговый уровень</b>   | <b>Продвинутый уровень</b>   | <b>Высокий уровень</b>    |
|------------------------------------|--|--|---------------------------|
| <b>Соответствие ответа вопросу</b> | Хотя бы частичное ( <i>не относящееся к вопросу не подлежит проверке</i> ) | Полное   | Полное                    |
| <b>Полнота ответа</b>              | Вопрос раскрыт на 50 и более %   | Ответ почти полный, без ошибок, не хватает отдельных элементов и тонкостей | Ответ полный и без ошибок |

**2 Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации**

**Вопросы к зачету**

1. Электромагнитные системы с распределенными параметрами
2. Элементы ВЧ и СВЧ трактов и генераторы электромагнитных сигналов
3. Информативные параметры электромагнитных систем
4. Измерение толщины материалов и изделий. Измерение толщины металлического листа.
5. Измерение толщины материалов и изделий. Измерение толщины диэлектрических материалов и покрытий.
6. Измерение диаметра Измерение диаметра протяженных изделий.
7. Измерение диаметра Измерение внутреннего диаметра труб.
8. Измерение диаметра объектов, не имеющих доминирующего размера.
9. Контроль формы объектов.
10. Измерение длины протяженных изделий.
11. Измерение уровня. Непрерывное измерение уровня.
12. Измерение уровня Инвариантное измерение уровня.
13. Измерение уровня Сигнализация уровня.
14. Измерение количества вещества, произвольно распределенного по объему емкости.
15. Измерение давлений, усилий и деформаций
16. Измерение линейной скорости. Измерение скорости потока и расхода.
17. Измерение частоты вращения.
18. Измерение вибраций.

19. Измерение ускорения
20. Измерение влажности.
21. Измерение физических свойств вещества в потоке.
22. Сигнализация наличия, счет и идентификация объектов
23. Обнаружение и локализация утечек в трубопроводах.
24. Определение ориентации волокон в бумаге и лесоматериалах.
25. Измерение температуры

### Критерии оценивания ответов на вопросы билета

| Критерий                           | Пороговый уровень<br>(на «удовлетворительно»)   | Продвинутый<br>уровень<br>(на «хорошо»)                                    | Высокий<br>уровень<br>(на<br>«отлично») |
|------------------------------------|---|--|---|
| <b>Соответствие ответа вопросу</b> | Хотя бы частичное ( <i>не относящееся к вопросу не подлежит проверке</i> )  | Полное   | Полное                                  |
| <b>Наличие примеров</b>            | Имеются отдельные примеры   | Много примеров   | Есть практически ко всем утверждениям   |
| <b>Содержание ответа</b>           | Понятийные вопросы изложены с классификациями, проблемные с постановкой проблемы и изложением различных точек зрения. Имеются ошибки или пробелы. | Ответ почти полный, без ошибок, не хватает отдельных элементов и тонкостей | Исчерпывающий полный ответ              |

### 3 Описание процедуры выставления оценки

В зависимости от уровня сформированности каждой компетенции по окончании освоения дисциплины студенту выставляется оценка.

Уровень сформированности компетенции оценивается как средний по совокупности параметров, в роли которых выступают оценки за: ответы на вопросы устного опроса и ответы на вопросы билета в соответствии с критериями, приведёнными в п. 1 и 2.

Оценка «зачтено» выставляется студенту, у которого компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на пороговом уровне.

Оценка «незачтено» выставляется студенту, у которого компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована ниже, чем на пороговом уровне.



## **Приложение №2 к рабочей программе дисциплины «Радиофизические измерения»**

### **Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине «Радиофизические измерения» являются семинарские (практические) занятия, на которых происходит изложение теоретических основ изучаемого раздела и его закрепление путем анализа параметров конкретных схемных решений.

Большое внимание должно быть уделено выполнению самостоятельной работы. В качестве заданий для самостоятельной работы дома студентам предлагаются предварительное знакомство с изучаемым вопросом на основе материалов учебников, поиск необходимой информации по базам данных, расположенных в сети Интернет.

Для проверки и контроля усвоения теоретического материала, приобретенных практических навыков работы по поиску и обработке информации, в течение обучения проводятся дискуссии и анализ конкретных ситуаций, в ходе которых осуществляется устный опрос студентов. Критерии оценивания приводятся в рабочей программе.

Также проводятся консультации (при необходимости) по разбору заданий для самостоятельной работы, которые вызвали затруднения.

В конце семестра изучения дисциплины студенты сдают зачет.

### **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине**

Для самостоятельной работы рекомендуется использовать учебную литературу, указанную в рабочей программе, и электронно-библиотечные системы, подписка на которые предоставлена через ЯрГУ, список и инструкцию по использованию которых можно найти по адресу: [http://www.lib.uniylar.ac.ru/content/resource/net\\_res\(1\).php](http://www.lib.uniylar.ac.ru/content/resource/net_res(1).php).

Для самостоятельного подбора литературы в библиотеке ЯрГУ рекомендуется использовать:

**1. Личный кабинет** ([http://lib.uniylar.ac.ru/opac/bk\\_login.php](http://lib.uniylar.ac.ru/opac/bk_login.php)) дает возможность получения on-line доступа к списку выданной в автоматизированном режиме литературы, просмотра и копирования электронных версий изданий сотрудников университета (учеб. и метод. пособия, тексты лекций и т.д.) Для работы в «Личном кабинете» необходимо зайти на сайт Научной библиотеки ЯрГУ с любой точки, имеющей доступ в Internet, в пункт меню «Электронный каталог»; пройти процедуру авторизации, выбрав вкладку «Авторизация», и заполнить представленные поля информации.

**2. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ** ([http://www.lib.uniylar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniylar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)) содержит более 2500 полных текстов учебных и учебно-методических материалов по основным изучаемым дисциплинам, изданных в университете. Доступ в сети университета, либо по логину/пароллю.

**3. Электронная картотека «Книгообеспеченность»** ([http://www.lib.uniylar.ac.ru/opac/bk\\_bookreq\\_find.php](http://www.lib.uniylar.ac.ru/opac/bk_bookreq_find.php)) раскрывает учебный фонд научной библиотеки ЯрГУ, предоставляет оперативную информацию о состоянии книгообеспеченности дисциплин основной и дополнительной литературой, а также цикла дисциплин и специальностей. Электронная картотека «Книгообеспеченность» доступна в сети университета и через Личный кабинет.