

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Райхерт Татьяна Николаевна  
Должность: Директор  
Дата подписания: 21.11.2022 15:31:33  
Уникальный программный ключ:  
c914df807d771447164c08ee17f8e2f93dde816b

Министерство просвещения Российской Федерации  
Нижнетагильский государственный социально-педагогический институт (филиал)  
федерального государственного автономного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»

Факультет естествознания, математики и информатики  
Кафедра естественных наук и физико-математического образования



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ Б1.О.06.01 ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ПРАКТИКУМ

Уровень высшего образования  
Направление подготовки

Профили  
Форма обучения

Бакалавриат  
44.03.05 Педагогическое образование  
(с двумя профилями подготовки)  
Физика и информатика  
Очная

Рабочая программа дисциплины «Измерительный практикум». Нижнетагильский государственный социально-педагогический институт (филиал) ФГАОУ ВО «РГППУ», Нижний Тагил, 2020. – 10 с.

Настоящая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки).

|            |                                                                                                                       |               |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Автор:     | доктор педагогических наук, профессор,<br>профессор кафедры естественных наук<br>и физико-математического образования | С.Е. Попов    |
| Рецензент: | кандидат педагогических наук, доцент,<br>доцент кафедры естественных наук<br>и физико-математического образования     | И.И. Баженова |

Программа одобрена на заседании кафедры ЕНФМ. Протокол от 10.04.2020 г. № 7.

|                     |               |
|---------------------|---------------|
| Заведующий кафедрой | О.В. Полявина |
|---------------------|---------------|

Программа рекомендована к печати методической комиссией факультета естествознания, математики и информатики. Протокол от 17.04.2020 г. № 7.

|                                    |               |
|------------------------------------|---------------|
| Председатель методической комиссии | В.А. Гордеева |
|------------------------------------|---------------|

Программа утверждена решением Ученого совета факультета естествознания, математики и информатики. Протокол от 30.04.2020 г. № 8.

|            |              |
|------------|--------------|
| Декан ФЕМИ | Т.В. Жуйкова |
|------------|--------------|

|                        |                |
|------------------------|----------------|
| Главный специалист ОИР | О.В. Левинских |
|------------------------|----------------|

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Цель и задачи освоения дисциплины.....                                                        | 4  |
| 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....                                   | 4  |
| 3. Результаты освоения дисциплины.....                                                           | 4  |
| 4. Структура и содержание дисциплины.....                                                        | 5  |
| 4.1. Объем дисциплины и виды контактной и самостоятельной работы.....                            | 5  |
| 4.2. Учебно-тематический план.....                                                               | 6  |
| 4.3. Содержание дисциплины.....                                                                  | 7  |
| 5. Образовательные технологии.....                                                               | 7  |
| 6. Учебно-методические материалы.....                                                            | 7  |
| 6.1. Методические указания по организации и проведению лабораторно-<br>практических занятий..... | 7  |
| 6.2. Задания и методические указания по организации самостоятельной работы<br>студента.....      | 9  |
| 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение.....                                         | 10 |
| 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.....                                           | 10 |

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель** дисциплины: ознакомление с важнейшими средствами и методами измерений физических величин; формирование у студентов практических умений по выбору измерительных приборов для проведения эксперимента, составлению схем экспериментальных исследований; подготовка к последующему выполнению лабораторного практикума по курсу общей физики.

### **Задачи:**

1. Сформировать знания о назначении, устройстве, принципах действия и методах применения различных средств измерений;
2. Развить навыки подготовки и эксплуатации измерительных приборов;
3. Обеспечить овладение методами обработки экспериментальных данных, включая статистические;
4. Познакомить с планированием и постановкой физического эксперимента, с направлениями компьютеризации в этой области научного знания.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Физика – наука, имеющая экспериментальную основу. Измерение – ключевое звено экспериментального метода. Большинство физических законов открыто в результате проведения наблюдений, опытов, экспериментов. Квалифицированная постановка эксперимента и выполнение измерений, корректный анализ полученных результатов позволяют глубже понять законы физики и процессы протекания физических явлений. Экспериментальная работа в лаборатории является неременным условием для успешного изучения физики.

Дисциплина «Измерительный практикум» является частью учебного плана по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), профили «Физика и информатика». Дисциплина Б1.О.06.01 «Измерительный практикум» включена в Блок Б.1 «Дисциплины (модули)», в Б1.О.06 «Предметно-содержательный модуль». Дисциплина реализуется в НТГСПИ (ф) РГПУ на кафедре естественных наук и физико-математического образования.

Для освоения дисциплины «Измерительный практикум» используются знания и умения, сформированные в процессе изучения предметов «Физика» и «Математика» на уровне среднего образования. Дисциплина является пропедевтической для последующего выполнения лабораторного практикума по различным разделам курса общей физики и техническим дисциплинам. Курс призван обеспечить необходимый уровень знаний в области основ метрологии и сформировать базовые умения и навыки в постановке эксперимента и проведении физических измерений.

## 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование и развитие следующих компетенций:

| Категория (группа) компетенций    | Код и наименование компетенции                                                                                                       | Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Системное и критическое мышление. | УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач. | ИУК 1.1. Знает основные источники и методы поиска информации, необходимой для решения поставленных задач.                                                                                                  |
|                                   |                                                                                                                                      | ИУК 1.2. Умеет осуществлять поиск информации для решения поставленных задач, применять методы критического анализа и синтеза информации.                                                                   |
|                                   |                                                                                                                                      | ИУК 1.3. Грамотно, логично, аргументировано формирует собственные суждения и оценки; отличает факты от мнений, интерпретаций и оценок; применяет методы системного подхода для решения поставленных задач. |

|                               |                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Профессиональные компетенции. | ПК-6 Способен формировать у обучающихся умения моделировать объекты и процессы окружающей реальности и пользоваться заданной математической или информационной моделью. | ИПК 6.1. Знает понятие «модель», виды и свойства моделей; имеет представление о моделировании и его основных этапах.                                                                  |
|                               |                                                                                                                                                                         | ИПК 6.2. Умеет обучать описывать и формализовывать предметную область, строить математические и информационные модели процессов окружающей среды, в том числе и с использованием ИКТ. |
|                               |                                                                                                                                                                         | ИПК 6.3. Подготовлен к построению математических моделей в различных предметных областях и реализации их с использованием ИКТ.                                                        |
|                               | ПК-7 Способен формировать у обучающихся конкретные знания, умения и навыки в области физики и информатики.                                                              | ИПК 7.1. Знает основные физические понятия и основы теоретической информатики, связи между ними и возможности использования при решении физических задач.                             |
|                               |                                                                                                                                                                         | ИПК 7.2. Умеет решать типовые физические задачи и обучать методам их решения.                                                                                                         |
|                               |                                                                                                                                                                         | ИПК 7.3. Подготовлен решать задачи разного уровня сложности по физике и информатике, определяя их место в школьном курсе.                                                             |

В результате изучения дисциплины студент должен:

**Знать:**

- основные понятия и положения метрологии;
- виды средств измерений и классификации методов измерений;
- назначение, принцип действия, методiku применения средств измерений;
- методы обработки экспериментальных данных;
- методы измерения основных физических величин;
- направления компьютеризации физического эксперимента.

**Уметь:**

- оценивать погрешности приборов и средств измерений;
- применять статистический и дифференциальный методы обработки результатов измерений;
- выполнять измерения основных физических величин.

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Объем дисциплины и виды контактной и самостоятельной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. ед. (144 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице.

#### Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ

| Вид работы                                             | Форма обучения |
|--------------------------------------------------------|----------------|
|                                                        | Очная          |
|                                                        | 1 семестр      |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b> | <b>144</b>     |
| <b>Контактная работа, в том числе:</b>                 | <b>48</b>      |
| Лекции                                                 | 14             |
| Лабораторно-практические занятия                       | 34             |
| <b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>            | <b>60</b>      |
| Изучение теоретического курса                          | 30             |
| Самоподготовка к текущему контролю знаний              | 30             |
| Подготовка к экзамену, сдача экзамена                  | 36             |

#### 4.2. Учебно-тематический план

| Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)                       | Всего, часов | Контактная работа |                |             | Самост. работа | Формы текущего контроля успеваемости    |
|-----------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------|----------------|-------------|----------------|-----------------------------------------|
|                                                                       |              | Лекции            | Практ. занятия | Лаб. работы |                |                                         |
| Тема 1. Понятие об измерении.                                         | 9            | 2                 | —              | 2           | 5              | Опрос, отчет по домашнему заданию       |
| Тема 2. Средства измерений.                                           | 14           | 2                 | —              | 4           | 8              | Опрос, тест, отчет по домашнему заданию |
| Тема 3. Методы измерений.                                             | 14           | 2                 | —              | 4           | 8              | Опрос, тест, отчет по домашнему заданию |
| Тема 4. Погрешности измерений.                                        | 14           | 4                 | —              | 2           | 8              | Опрос, тест, отчет по домашнему заданию |
| Тема 5. Обработка результатов измерений.                              | 18           | 4                 | —              | 4           | 10             | Опрос, тест, отчет по домашнему заданию |
| Тема 6. Лабораторный практикум измерения основных физических величин. | 39           | —                 | —              | 18          | 21             | Опрос, отчет по лабораторным работам    |
| Подготовка к экзамену, сдача экзамена                                 | 36           | —                 | —              | —           | 36             |                                         |
| <b>Всего по дисциплине</b>                                            | <b>144</b>   | <b>14</b>         | <b>—</b>       | <b>34</b>   | <b>96</b>      |                                         |

#### Лабораторно-практические занятия

| № темы | Наименование лабораторно-практических занятий                            | Кол-во ауд. часов |
|--------|--------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| 1      | Система основных физических величин (СИ). Понятие об измерении.          | 2                 |
| 2      | Средства измерений основных физических величин системы СИ.               | 4                 |
| 3      | Методы измерений и их классификация.                                     | 4                 |
| 4      | Понятия об ошибках измерений.                                            | 2                 |
| 5      | Вероятностная оценка результатов измерений.                              | 2                 |
| 5      | Метод средней абсолютной ошибки.                                         | 2                 |
| 6      | Порядок подготовки и проведение лабораторного эксперимента.              | 2                 |
| 6      | Измерение линейных размеров тел.                                         | 2                 |
| 6      | Определение плотности твердых тел.                                       | 2                 |
| 6      | Изучение распределения Гаусса.                                           | 2                 |
| 6      | Изучение метода доверительных интервалов.                                | 2                 |
| 6      | Определение плотности жидкостей.                                         | 2                 |
| 6      | Определение оптической силы линзы механическим и оптическим сферометром. | 2                 |
| 6      | Обработка результатов совместных измерений по методу наимень-            | 4                 |

|  |                                     |  |
|--|-------------------------------------|--|
|  | ших квадратов с помощью компьютера. |  |
|--|-------------------------------------|--|

#### **4.3. Содержание разделов (тем) дисциплины**

##### **Тема 1. Понятие об измерении.**

Метрология и измерительная техника. Измерение и его свойства. Классификация измерений. Системы единиц измерений.

##### **Тема 2. Средства измерений.**

Средства измерений и их виды. Классификация измерительных приборов. Метрологические характеристики средств измерения.

##### **Тема 3. Методы измерений.**

Методы измерений и их классификация. Методы сравнения. Электрические методы измерения неэлектрических величин.

##### **Тема 4. Погрешности измерений.**

Общие понятия об ошибках измерений. Систематические ошибки. Случайные ошибки.

##### **Тема 5. Обработка результатов измерений.**

Статистические характеристики случайных величин и ошибок. Нормальная функция распределения случайных ошибок. Вероятностная оценка результата измерений. Распределение случайных ошибок при малом числе измерений.

Результаты косвенных измерений. Метод средней абсолютной ошибки. Метод доверительных интервалов. Правила приближённых вычислений. Применение компьютера при обработке экспериментальных данных.

##### **Тема 6. Лабораторный практикум измерения основных физических величин.**

Постановка целей и задач. Порядок подготовки и проведение лабораторного эксперимента. Допуск и отчёт по лабораторной работе. Представление результатов. Измерение основных физических величин. Применение компьютерных технологий при проведении физического эксперимента.

### **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Проблемное, практико-ориентированное обучение. Математическое моделирование физических явлений, лабораторный практикум.

### **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ**

#### **6.1. Методические указания по организации и проведению лабораторно-практических занятий**

Лабораторно-практические занятия по курсу «Вводным измерительным практикумом» формируют тот исходный уровень знаний, умений и навыков по постановке физического эксперимента, на котором в дальнейшем базируются все виды лабораторных занятий как по курсам общей и прикладной физики, так и по методике школьного физического эксперимента.

##### **Основные задачи:**

- изучение на практике экспериментальных методов и способов научных исследований;
- экспериментальное подтверждение важнейших положений теоретической части курса;
- углубление и закрепление теоретических знаний посредством сопоставления их с опытом;
- формирование умений и навыков постановки и проведения физического эксперимента с разными целевыми установками, обработки и оценки его результата;
- знакомство с приборами, оборудованием и материалами, необходимыми для постановки физического эксперимента, формирование умений и навыков правильного обращения с ними с учетом инструктивных требований и правил техники безопасности.

**Специальные предметно-обобщенные знания, умения и навыки, формируемые на лабораторно-практических занятиях:**

1. Знание лабораторных методов измерения основных физических величин. Владение применением этих методов. Умение проводить измерение основных физических величин на школьном оборудовании.

2. Знание конструкции и правил использования физических приборов и оборудования; понимание принципов их действия, умение методически правильно применять приборы и оборудование в проведении эксперимента.

3. Знание основ теории погрешностей физических измерений, математических методов обработки результатов измерений и представления экспериментальных данных; умение оценивать границы точности прямых и косвенных измерений, практически выполнять обработку результатов и представлять экспериментальные данные в графической и аналитической форме.

4. Умение пользоваться учебной и справочной литературой.

Теоретический материал, подлежащий изучению при подготовке к занятиям, приводится в методических указаниях к практикуму. Там же указывается список дополнительной литературы для более подробного изучения теории, излагается перечень оборудования и содержание экспериментальной части, описаны методика выполнения эксперимента, требования по отчету и приведены контрольные вопросы допуска к выполнению работы и зачета по ней.

**Занятия 1-2.** Система основных физических величин (СИ). Понятие об измерении.

1. Вопросы к обсуждению:

- физические явления и способы их описания;
- характеристики физических величин;
- системы физических величин, система СИ;
- измерение, его характеристики и свойства.

2. Решение тематических задач.

**Занятия 3-5.** Средства измерений.

1. Вопросы к обсуждению:

- средства измерений и их виды;
- измерительные приборы, их классификация;
- метрологические параметры измерительных приборов;
- измерительные приборы на основе компьютерной техники.

2. Решение тематических задач.

**Занятия 6-8.** Методы измерений, их классификация.

1. Вопросы к обсуждению:

- понятие о методе измерения;
- классификация методов измерения;
- методы сравнения;
- методы замещения.

2. Решение тематических задач.

**Занятия 9-11.** Погрешности измерений.

1. Вопросы к обсуждению:

- понятия об ошибках (погрешностях) измерений;
- основные виды погрешностей измерений;
- способы учета и устранения погрешностей измерений;

2. Решение тематических задач.

**Занятие 12.** Вероятностная оценка результатов измерений.

1. Вопросы к обсуждению:

- статистические характеристики случайных величин и ошибок;
- функция распределения случайных ошибок;
- распределение Гаусса;
- параметры вероятностной оценки результата измерений;

2. Решение тематических задач.

**Занятие 13.** Метод средней абсолютной ошибки.

1. Вопросы к обсуждению:

- статистический метод обработки результатов измерений;
- дифференциальный метод обработки результатов измерений;
- представление итогов обработки результатов измерений.

2. Решение тематических задач.

**Занятие 14.** Порядок подготовки и проведение лабораторного эксперимента.

1. Вопросы к обсуждению:

- общая схема работы в физической лаборатории;
- порядок подготовки к работе и содержание допуска;
- порядок проведения лабораторного эксперимента;
- содержание отчета по лабораторной работе.

**Занятия 15-24.** Выполнение тематических лабораторных работ.

Примерный перечень лабораторных работ:

1. Изучение распределения Гаусса.
2. Изучение метода доверительных интервалов.
3. Обработка результатов совместных измерений по МНК с помощью компьютера.
4. Измерение линейных размеров тел.
5. Определение плотности твёрдых тел.
6. Определение плотности жидкостей.
7. Определение оптической силы линзы механическим и оптическим сферометром.

## **6.2. Задания и методические указания по организации самостоятельной работы студента**

**Структура самостоятельной учебной работы:**

- изучение теоретического материала, подготовка письменных ответов на вопросы для самопроверки его усвоения по основным темам программы;
- решение тематических задач в домашних условиях;
- подготовка ответов на вопросы допуска к выполнению лабораторных работ и письменных отчетов по результатам их выполнения.

**Содержание текущей аттестации:**

- знание теоретического материала по основным темам курса;
- умения решать тематические задачи;
- навыки проведения физического эксперимента и обработки его результатов.

**Формы контроля текущей аттестации:**

- контроль качества усвоения теоретического материала осуществляется форме опросов и физических диктантов;
- контроль умений решать тематические задачи проводится по результатам выполнения домашних заданий;
- контроль экспериментальных умений и навыков осуществляется в форме собеседований при зачетах результатов выполнения и оформления каждой лабораторной работы.

**Вопросы самоконтроля:**

1. Что представляет собой измерение? Из каких элементов оно состоит?
2. Почему измерение не может быть абсолютно точным?
3. Какие виды измерений различают: а) по роду объекта измерения; б) по способу получения результата; в) по виду результата?
4. Какие измерения называют: прямыми, косвенными?
5. Привести основные единицы системы СИ. Какие задачи можно решать на основе теории размерностей физических величин?
6. Привести классификационные параметры измерительных приборов (ИП).

7. Как определяются: чувствительность ИП, точность измерения, предел и цена деления?
8. Что такое – метод измерения? Привести классификацию методов измерений.
9. В чем состоят: а) нулевой метод; б) дифференциальный (разностный) метод; в) метод замещения; г) метод совпадений?
10. Какие ошибки измерений называют: а) абсолютными; б) относительными; в) систематическими; г) случайными; д) промахами?
11. Как можно устранять систематические ошибки?
12. Дать определения: а) вероятности случайной физической величины (СФВ); б) функции распределения вероятностей СФВ; в) среднего значения СФВ; г) среднего абсолютного отклонения (ошибки) СФВ; д) дисперсии СФВ.
13. Как выражаются перечисленные выше параметры для непрерывных и дискретных случайных физических величин?
14. Каковы свойства функции распределения Гаусса? Почему её называют – нормальной?
15. Как зависят статистические характеристики случайной величины от количества её испытаний (измерений)?
16. Какие методы применяются для обработки результатов измерений?
17. В чем состоит метод средней абсолютной ошибки (статистический): а) при прямых измерениях; б) при проведении косвенных измерений?
18. В чем состоит дифференциальный метод обработки результатов измерений?
19. Как записывается окончательный результат измерений и его погрешность?
20. Ответить на контрольные вопросы в описаниях лабораторных работ.
21. Каким образом можно использовать компьютер при постановке и проведении физического эксперимента?

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

### ***Основная литература:***

1. Зайдель А.Н. Ошибки измерений физических величин. СПб.: Лань, 2009. – 112 с.
2. Общая теория измерений. Практикум [Электронный ресурс]: учебное пособие / О.П. Дворянинова [и др.]. Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2017. – 112 с.
3. Старовиков М.И. Введение в экспериментальную физику. СПб.: Лань, 2008. – 240 с.

### ***Дополнительная литература:***

4. Воронов С.А. Лабораторный практикум «Измерительные приборы». М.: МИФИ, 2009. – 88 с.
5. Елютин С.О., Окороков В.А., Грушин В.В., Григорьев Ф.В. Экспериментальная физика: лабораторный практикум. М.: МИФИ, 2011. – 148 с.
6. Шкуркин В.В. Автоматизация эксперимента: лабораторный практикум. Омск.: ОмГУ, 2016. – 140 с.

### ***Программное обеспечение и Интернет-ресурсы***

<http://fizzzika.narod.ru>  
<http://www.school.mipt.ru>

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Специализированная лаборатория механики – 111В.
2. Мультимедиапроектор.
3. Кодогаммы, учебные фильмы и таблицы, презентации к занятиям.