

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования  
«Курганский государственный университет»  
(КГУ)

Кафедра «Математика и физика»



УТВЕРЖДАЮ:  
Первый проректор  
/ Змызгова Т.Р./

«01» сентября 2023 г.

Рабочая программа учебной дисциплины

## **Физические основы измерений и эталоны**

Образовательной программы высшего образования  
программы бакалавриата

**27.03.01– Стандартизация и метрология**

Направленность:

**Стандартизация, метрология и управление качеством**

Формы обучения: заочная

Курган 2023

Рабочая программа дисциплины «Физические основы измерений и эталоны» составлена в соответствии с учебными планами по программе бакалавриата **Стандартизация и метрология (Стандартизация, метрология и управление качеством)**

утвержденными:  
для заочной формы обучения «30» июня 2023года;

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры «Математика и физика» 31 августа 2023, протокол № 1.

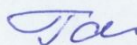
Рабочую программу составил  
Старший преподаватель кафедры  
«Математика и физика»



Л.Н. Никифорова

Согласовано:

Заведующий кафедрой  
«Математика и физика»



М.В. Гаврильчик

Специалист по учебно-методической работе  
учебно-методического отдела



Г.В.Казанкова

Начальник управления  
образовательной деятельности



И.В. Григоренко

## 1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Всего: 5 зачетных единицы трудоемкости (180 академических часа)

### Зачная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		4
<b>Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов</b>	<b>6</b>	<b>6</b>
<b>в том числе:</b>		
Лекции	2	2
Практические работы	4	4
<b>Самостоятельная работа, всего часов</b>	<b>174</b>	<b>174</b>
<b>в том числе:</b>		
Подготовка к экзамену	27	27
Контрольная работа	18	18
Другие виды самостоятельной работы (подготовка к практическим занятиям)	129	129
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>экзамен</b>	<b>экзамен</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов</b>	<b>180</b>	<b>180</b>

## 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Физические основы измерений и эталоны» относится к дисциплине по выбору части формируемой участниками образовательных отношений Блока 1.

В результате изучения дисциплины студент должен освоить современные представления о физической картине мира, требования современной метрологии к стабильности параметров физических объектов и процессов, законы и явления, лежащие в основе измерений – механические, тепловые, электрические, магнитные, электромагнитные, оптические, радиационные (рентгеновские и  $\gamma$ -лучи) и др.

Кроме того, студент должен ознакомиться с устройством и работой приборов и оборудования современной физической лаборатории, научиться самостоятельно проводить измерения наиболее значимых на практике физических величин.

Большое место в структуре содержания дисциплины отводится ознакомлению студентов с примерами использования основных теоретических положений физической науки при создании современной эталонной базы.

Освоение дисциплины «Физические основы измерений и эталоны» необходимо как предшествующее для следующих предметов учебного плана по направлению 27.03.01 «Стандартизация и метрология»:

- Метрология
- Методы и средства измерений и контроля
- Управление качеством
- Стандартизация
- Общая теория измерений
- Методы неразрушающего контроля

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Целью освоения дисциплины «Физические основы измерений и эталоны» является ознакомление студентов с основополагающими физическими законами и явлениями, на которых базируется современная методика измерений и современные измерительные приборы.

Задачами освоения дисциплины «Физические основы измерений и эталоны» являются:

- ознакомление с фундаментальными источниками погрешностей измерений;
- ознакомление с современными и перспективными эталонами времени, массы, длины и др.;
- изучение физических методов измерения основных физических величин (электрический заряд, сила тока, индукция магнитного поля, длина электромагнитной волны, радиация и т.д.);
- освоение фундаментальных законов термодинамики, электричества, магнетизма, волновой и квантовой оптики, лежащих в основе методов измерений;
- приобретение навыков работы с измерительными приборами и нахождения погрешностей измерений.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

- способностью выполнять работы по метрологическому обеспечению и техническому контролю, использовать современные методы измерений, контроля, испытаний и управления качеством (ПК-3);
- способностью проводить мероприятия по контролю и повышению качества продукции, организации метрологического обеспечения разработки, производства, испытаний, эксплуатации и утилизации (ПК -12).

## 1) Знать:

Индекс компетенции (ОК, ПК,)	Индекс образовательного результата (З-1, З-2 и тд.)	Образовательный результат (указывается формируемые образовательные результаты в рамках соответствующих компетенций)
ПК-3	З-1	Знать современные методы измерений, контроля, испытаний и управления качеством
ПК-12	З-2	Знать способы организации метрологического обеспечения разработки, производства, испытаний, эксплуатации и утилизации

## 2) Уметь:

Индекс компетенции (ОК, ПК,)	Индекс образовательного результата (У-1, У-2 и тд.)	Образовательный результат (указывается формируемые образовательные результаты в рамках соответствующих компетенций)
ПК-3	У-1	Уметь выполнять работы по метрологическому обеспечению и техническому контролю; использовать современные методы измерений, контроля, испытаний и управления качеством
ПК-12	У-2	Уметь проводить мероприятия по контролю и повышению качества продукции, организации метрологического обеспечения разработки, производства, испытаний, эксплуатации и утилизации

## 3) Владеть

Индекс компетенции (ОК, ПК)	Индекс образовательного результата (В-1, В-2 и тд.)	Образовательный результат (указывается формируемые образовательные результаты в рамках соответствующих компетенций)
ПК-3	В-1	Владеть способностью выполнять работы по метрологическому обеспечению и техническому контролю; использовать современные методы измерений, контроля, испытаний и управления качеством
ПК-12	В-2	Владеть способностью проводить мероприятия по контролю и повышению качества продукции, организации метрологического обеспечения разработки, производства, испытаний, эксплуатации и утилизации

(В-1, В-2 и тд.)

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4,1 Учебно-тематический план

Рубеж	Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем	
			Лекции	Практ. занятия
Рубеж 1	1	Элементы современной физической картины мира	0,2	-
	2	Физические величины и их единицы. Системы физических величин.	0,2	1
	3	Эталоны длины, времени и массы.	0,2	0,5
	4	Температура и ее измерение.	0,2	0,5
Рубеж 2	5	Электрическое и магнитное поля и их параметры.	0,2	1
	6	Взаимодействие электромагнитных волн со средой.	0,2	1
	7	Измерительные преобразователи.	0,4	-
	8	Квантовые эффекты.	0,4	-
		<b>Всего:</b>	2	4

## 4.2 Содержание лекционных занятий

### ***Тема 1. Элементы современной физической картины мира.***

Введение. Структура Вселенной, мега-, макро и микромир. Общие представления об измерениях и материи. Основные свойства и характеристики материи. Пространство, время и их свойства.

### ***Тема 2. Физические величины и их единицы. Системы физических величин.***

Физические величины и их единицы. Системы единиц измерений. Основные и производные величины. Эталоны. Размерность. Формула размерности. Международная система единиц «СИ». Фундаментальные физические константы.

### ***Тема 3. Эталоны длины, времени и массы.***

Эталон длины – метр: история и современное определение. Астрономическое и частотное определение эталона времени – секунды. Эталон массы – килограмм.

### ***Тема 4. Температура и ее измерение.***

Тепловые явления и определение температуры. Температурные шкалы. Абсолютная шкала температур. Практическая шкала температур. Методы измерения температуры.

### ***Тема 5. Электрическое и магнитное поля и их параметры.***

Электрическое поле. Напряженность, потенциал и разность потенциалов электрического поля. Электрический ток. Сила и плотность тока. ЭДС, работа и мощность тока. Магнитное поле, индукция магнитного поля. Электромагнитная индукция и самоиндукция.

### ***Тема 6. Взаимодействие электромагнитных волн со средой.***

Спонтанное и вынужденное излучение атомов. Лазеры. Свойства лазерного излучения. Лазерная спектроскопия. Рассеяние света. Распространение электромагнитного излучения в среде. Показатель преломления. Коэффициент поглощения. Закон Бугера-Ламберта-Бера.

### ***Тема 7. Измерительные преобразователи.***

Принципы и методы измерения физических величин. Измерительный сигнал и его информационная емкость. Теорема В.А.Котельникова. Измерительные преобразователи. Датчики. Измерительные приборы. Метрологические характеристики ИП.

### ***Тема 8. Квантовые эффекты.***

Роль элементарных частиц и фундаментальных физических постоянных в современной метрологии. Макроскопические квантовые эффекты. Измерения в квантовой механике. Квантовые флуктуации динамических переменных. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Неустрашимость квантового движения частиц и физических полей.

### 4.3. Практические занятия

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Наименование практического занятия	Норматив времени, час
<b>4 семестр</b>			
1	Элементы современной физической картины мира	Элементы современной физической картины мира	-
2	Физические величины и их единицы. Системы физических величин.	Точность измерений. Действия с приближенными числами.	0,5
		Ошибки измерений и методы их вычисления.	0,5
3	Эталоны длины и времени	Методы измерения длины и времени	0,5
4	Температура и ее измерение	Методы и приборы измерения температуры. Шкалы.	0,5
5	Электрическое и магнитное поля и их параметры.	Электроизмерительные приборы.	0,5
		Методы измерений электрических и магнитных величин.	0,5
6	Взаимодействие электромагнитных волн со средой.	Фотометрические величины и их единицы.	1
		Итого	4

### 4.4. Контрольная работа (для заочной формы обучения)

Контрольная работа проводится в форме написания реферата.

*Написание реферата.*

Реферат включает в себя - в зависимости от выбранной темы, цели и задач - обзор первоисточников, историко-психологической, психолого-педагогической, научно-теоретической литературы, специальной периодики. В отличие от рецензии здесь не требуется разбора и оценки. Реферат представляет собой сокращенное отображение реферируемого произведения. Главным его достоинством является его возможности точное воспроизведение предмета реферирования.

Смысл реферирования - свертывание, уплотнение информации, имеющейся в том или ином научном тексте, для получения краткого, сжатого содержания статьи, главы книги, монографии и т.д. Главная задача реферирования состоит в том, чтобы при небольшом объеме реферата сохранить как можно больше значимой информации, чтобы неизбежные при реферировании потери информации практически не коснулись важных и существенных сведений, содержащихся в тексте.

Тема реферата определяется преподавателем или избирается студентом, в последнем случае тема реферата в обязательном порядке обсуждается с преподавателем. В дальнейшем незначительное изменение темы реферата допускается только по согласованию с преподавателем. Основной целью работы над рефератом является приобретение навыка библиографического поиска необходимой литературы, анализа различных источников по той или иной теме и грамотного письменного изложения. Задачей реферирования является более подробное изучение выбранной проблемы с целью дальнейшего исследования данного вопроса при написании



курсовой работы. Реферат должен способствовать формированию навыков исследовательской работы, умения критически мыслить, анализировать, сравнивать, формировать суждения, классифицировать и делать самостоятельные выводы.

Работа над рефератом состоит из нескольких этапов: выбор темы; изучение литературы; создание и оформление текста реферата. И последний этап, когда на основе письменного реферата составляется тест 5-10-минутного доклада. В докладе должны быть освещены цели и задачи реферативного исследования, а также общие выводы (результат). Реферат должен иметь следующую структуру:

1) текст реферата предваряет *библиографическое описание* реферируемого источника (источников);

2) далее следует непосредственно текст реферата. Реферат дает ответ на вопрос, что именно, что нового содержится в первоисточнике, передает основное содержание первоисточника, проблемную информацию, содержащуюся в нем;

3) в примечании необходимо высказать свое отношение к изложенному (выводы, оценки, предположения).

Рефераты могут быть *монографические*, составленные по одному первоисточнику, и *обзорные*, составленные по нескольким работам на одну тему. Объем реферата определяется содержанием первоисточников и может колебаться от 3 до 15 машинописных листов.

Композиционно (строение, соотношение и взаимное расположение частей работы) текст реферата также может быть различным. Общая структура любого реферата должна состоять из трех частей: введения, основной части и заключения.

*Во введении* обосновывается выбор темы реферата, ее актуальность для науки вообще и для изучения данного учебного курса в частности. Также во введении дается краткая характеристика первоисточников (жанр, цели и задачи авторов). В этой части может быть дан перечень ключевых слов, т.е. слова и словосочетания, выражающие понятия существенные для понимания данной проблемы.

*В основной части* реферата передается содержание изученных первоисточников по данной проблеме. При необходимости (если работа затрагивает ряд проблем) данная часть работы может содержать несколько глав (параграфов).

*В заключении* студент приводит собственные выводы по материалам изученных первоисточников, высказывает аргументированное согласие или несогласие с позицией или точкой зрения авторов.

Студенту необходимо знать и строго соблюдать основные требования к оформлению работы. Она должна быть написана логично, последовательно, четко, грамотно, с соблюдением абзацев. Страницы должны быть пронумерованы, и на каждой следует оставлять поля для замечаний рецензента.

При *цитировании* текста первоисточника или научно-теоретической работы, статьи необходимо заключать в кавычки, и ссылаться на источник. Если цитирование текста повторяется неоднократно, то при первой ссылке следует сделать оговорку, а затем рядом с цитатой в скобках проставлять

только страницы источника. В ссылке указываются фамилия, инициалы автора, название работы, место и год издания, страница. Цитирование без ссылок недопустимо.

*Критерии оценки реферата:*

1) общие:

- глубина и полнота раскрытия темы;
- логичность и связность;
- точность передачи содержания первоисточников,
- соблюдение требований к структуре реферата;
- соблюдение требований к оформлению реферата;

2) введение:

- а) обоснование выбора темы, ее актуальность;
- б) точность краткой характеристики жанра первоисточников;
- в) точность формулировки целей задач авторов первоисточников.

3) основная часть:

- структурирование материала по главам;
- выделение в тексте основных понятий и терминов, их правильное толкование;
- наличие приемов, иллюстрирующих теоретические положения.

4) заключение:

- точность выводов;
- наличие собственного мнения по проблемам, поднимаемым в первоисточниках.

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

При прослушивании лекций рекомендуется в конспекте отмечать все важные моменты, на которых заостряет внимание преподаватель, в частности те, которые необходимы для качественной подготовки к практическим занятиям.

Перед практическим занятием необходимо ещё раз повторить лекционный материал по данной теме.

Залогом качественного выполнения практических работ является самостоятельная подготовка к ним накануне путем повторения материалов лекций и проработке методических указаний к выполнению лабораторной работы. Рекомендуется подготовить вопросы по неясным моментам и обсудить их с преподавателем в начале практической работы.

Преподавателем запланировано применение на занятиях технологий развивающейся кооперации, коллективного взаимодействия, разбора конкретных ситуаций. Поэтому приветствуется групповой метод выполнения практических работ.

Рекомендуется тщательно прорабатывать материал дисциплины при самостоятельной работе, участвовать во всех формах обсуждения и взаимодействия, как на лекциях, так и на практических занятиях в целях лучшего освоения материала и получения высокой оценки по результатам освоения дисциплины. Выполнение самостоятельной работы подразумевает самостоятельное изучение разделов дисциплины, подготовку к практическим занятиям, подготовку к экзамену, выполнение контрольной работы.

Рекомендуемая трудоемкость самостоятельной работы представлена в таблице:

### Рекомендуемый режим самостоятельной работы

Наименование вида самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, акад. час.
<b>4 семестр</b>	
Самостоятельное изучение тем дисциплины	125
Элементы современной физической картины мира	15
Точность измерений. Действия с приближенными числами.	15

Ошибки измерений и методы их вычисления.	15
Методы измерения длины и времени	15
Методы и приборы измерения температуры. Шкалы.	15
Электроизмерительные приборы.	15
Методы измерений электрических и магнитных величин.	15
Фотометрические величины и их единицы.	20
<b>Подготовка к практическим занятиям 2 часа за 2-х часовое занятие</b>	4
<b>Контрольная работа</b>	18
<b>Подготовка к экзамену</b>	27
<b>Всего:</b>	174

## **6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **6.1. Перечень оценочных средств**

1. Задания к практическим занятиям.
2. Вопросы для экзамена.
3. Контрольная работа.

### **6.2. Процедура оценивания результатов освоения дисциплины**

Экзамен проводится в форме защиты реферата по заранее заданной индивидуальной теме. Оценивается качество оформления реферата, ширина и глубина раскрытия темы, степень усвоения материала темы. Результаты текущего контроля успеваемости и экзамена заносятся преподавателем экзаменационную ведомость, которая сдается в организационный отдел института в день экзамена, а также выставляются в зачетную книжку обучающегося.

### **6.3. Примеры оценочных средств для экзамена**

#### **Вопросы к экзамену**

1. Температура и ее измерение.
2. Контактные методы измерения температуры.
3. Бесконтактные методы измерения температуры.
4. Измерение частоты электрического сигнала.
5. Измерение малых постоянных токов.
6. Магнитное поле и его использование в технике.
7. Методы измерения величины магнитного поля.
8. Ультразвук и его использование.
9. Методы взвешивания.
10. Измерение давления жидкостей и газов.
11. Измерение расхода и скорости движения жидкости или газа.
12. Спектры и спектральный анализ.
13. Оптическая микроскопия.
14. Электронная и ионная микроскопия.
15. Рентгеновское излучение и его применение в технике.

16. Лазерное излучение и его применение в технике.
17. Датчики и их использование в измерениях.
18. Международная система единиц «СИ».
19. Интерференция света и ее использование в метрологии.
20. Фотоэффект и его применение.

#### **6.4. Фонд оценочных средств**

Полный банк заданий для текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине, показатели, критерии, шкалы оценивания компетенций, методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов, приведены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

### **7. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

#### **7.1. Основная учебная литература**

1. Дресвянников, А. Ф. Эталоны физических величин : учебное пособие / А. Ф. Дресвянников, С. Ю. Ситников, И. Д. Сорокина. - Казань : Издательство КНИТУ, 2013. - 144 с. - ISBN 978-5-7882-1444-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788214443.html> Измерение электрических и неэлектрических величин : уч. пособие для вузов / под общей редакцией Н.Н.Евтихиева.- М.: Энергоатомиздат, 1990.
2. Романов, В. Ю. Физические основы измерений : учебное пособие / В. Ю. Романов. — Волгоград : ВолгГТУ, 2021. — 100 с. — ISBN 978-5-9948-4136-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/381902>

#### **7.2. Дополнительная учебная литература**

1. Дресвянников, А. Ф. Измерения, испытания, контроль. Физические основы, методы и средства : практикум / Дресвянников А. Ф. , Горбунова Т. С. , Колпаков М. Е. , Ермолаева Е. А. - Казань : Издательство КНИТУ, 2016. - 115 с. - ISBN 978-5-7882-2000-0. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788220000.html>

### **8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

1. Т.Н. Новгородова, В.М. Овсянов. Движение заряженных частиц в электрическом поле.- КГУ, 2016, 10 с.
2. Т.Н. Новгородова, В.М. Овсянов. Замкнутые электрические цепи.- КГУ, 2015, 10 с.

3. Т.Н. Новгородова, В.М. Овсянов. Движение заряженных частиц в магнитном поле.-КГУ, 2015, 9 с.

4. Т.Н. Новгородова, В.М.Солодовников Изучение работы оптического квантового генератора.- КГУ, 2004, 15 с.

### **9. РЕСУРСЫ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1)Открытая физика [Электронный ресурс]: [интерактив. учеб.]. – Электрон. дан. и прогр. Режим доступа: <http://www.physics.ru/>.

2)Библиоклуб.ру [Электронный ресурс]: [интерактив. учеб.]. – Электрон. дан. и прогр. Режим доступа: <http://biblioclub.ru/>.

3) Портал является составной частью федерального портала "Российское образование". Содержит ресурсы и ссылки на ресурсы по естественно-научным дисциплинам (физика, математика, химия и биология), <http://en.edu.ru/>

### **10. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ~~И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ~~**

1. ЭБС «Лань»
2. ЭБС «Консультант студента»
3. ЭБС «Znanium.com»
4. «Гарант» - справочно-правовая система

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

Материально- техническое обеспечение по реализации дисциплины осуществляется в соответствии с требованиями ФГОС ВО по данной образовательной программе.

### **12. ДЛЯ СТУДЕНТОВ, ОБУЧАЮЩИХСЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (далее ЭО и ДОТ) занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п.4.1. Распределение баллов соответствует п. 6.2 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до сведения обучающихся.

Аннотация к рабочей программе дисциплины

**ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИЗМЕРЕНИЙ И ЭТАЛОНЫ**

образовательной программы высшего образования –  
программы бакалавриата

**27.03.01 — Стандартизация и метрология**

**Направленность** Стандартизация, метрология и управление качеством

**Трудоемкость дисциплины: 5 ЗЕ (180 академических часа)**

**Семестр: 4 (заочная форма обучения)**

Форма промежуточной аттестации: экзамен

Содержание дисциплины

Взаимодействие электромагнитных волн со средой. Физические величины и их единицы. Системы физических величин. Эталоны длины и времени. Температура и ее измерение. Электрическое и магнитное поля и их параметры. Элементы современной физической картины мира.