

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
"Амурский государственный университет"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и научной  
работе

                    Лейфа                    А.В. Лейфа

« 1 » сентября 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
«ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИИ»

Направление подготовки 03.03.02 Физика

Направленность (профиль) образовательной программы –

Квалификация выпускника – Бакалавр

Год набора – 2023

Форма обучения – Очная

Курс     3     Семестр     6    

Зачет 6 сем

Общая трудоемкость дисциплины 108.0 (академ. час), 3.00 (з.е)

Составитель И.В. Верхотурова, доцент, канд. физ.-мат. наук

Инженерно-физический факультет

Кафедра физики

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта ВО для направления подготовки 03.03.02 Физика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.08.20 № 891

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физики

01.09.2023 г. , протокол № 1

Заведующий кафедрой Стукова Е.В. Стукова

СОГЛАСОВАНО

Учебно-методическое управление

Чалкина Н.А. Чалкина

« 1 » сентября 2023 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

Петрович О.В. Петрович

« 1 » сентября 2023 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

Стукова Е.В. Стукова

« 1 » сентября 2023 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и  
технического обеспечения

Тодосейчук А.А. Тодосейчук

« 1 » сентября 2023 г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цель дисциплины:

Формирование у бакалавров знаний в области метрологии, которые подготовят их к научно-исследовательской деятельности, связанной с анализом научно-технической информации, с подготовкой, проведением и обработкой результатов исследований в профессиональной деятельности.

### Задачи дисциплины:

- ознакомить с основными методами теоретического и экспериментального исследования;
- ознакомить с научно-технической, нормативно-технической документацией и принципами работы с данной информацией;
- дать сведения об основных понятиях метрологии;
- дать сведения о видах погрешностей измерений и методах обработки результатов измерений и научить их применять в своей практической деятельности.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Основы метрологии» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

Изучение данного курса тесно связано с такими дисциплинами, как:

- 1) Общая физика;
- 2) дисциплины модуля «Математика»;
- 3) Основы проектной деятельности.

Знания, полученные в ходе изучения дисциплины «Основы метрологии» могут использоваться при изучении дисциплин «Гидрогазодинамика», «Экспериментальные методы в физике» и др., при прохождении различных видов производственных практик и написании выпускной квалификационной работы. Знания, полученные в ходе изучения дисциплины, позволят выпускникам успешно решать задачи в профессиональной деятельности.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

### 3.1 Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
ПК-1 Способен выполнять работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований в соответствующей области знаний	ИД-1ПК-1 Знает основные принципы обработки и анализа научно-технической информации и результатов исследований в соответствующей области знаний
	ИД-2ПК-1 Понимает, умеет излагать и анализировать научно-техническую информацию, и полученные результаты исследований в соответствующей области знаний
	ИД-3ПК-1 Умеет решать профессиональные задачи с применением современной приборной базы и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта

## 4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.00 зачетных единицы, 108.0 академических часов.

- 1 – № п/п  
 2 – Тема (раздел) дисциплины, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация  
 3 – Семестр  
 4 – Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)  
 4.1 – Л (Лекции)  
 4.2 – Лекции в виде практической подготовки  
 4.3 – ПЗ (Практические занятия)  
 4.4 – Практические занятия в виде практической подготовки  
 4.5 – ЛР (Лабораторные работы)  
 4.6 – Лабораторные работы в виде практической подготовки  
 4.7 – ИКР (Иная контактная работа)  
 4.8 – КТО (Контроль теоретического обучения)  
 4.9 – КЭ (Контроль на экзамене)  
 5 – Контроль (в академических часах)  
 6 – Самостоятельная работа (в академических часах)  
 7 – Формы текущего контроля успеваемости

1	2	3	4									5	6	7
			4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9			
1	Основы научного познания	6	2		2								2	Опрос по теме занятия
2	Теоретические и экспериментальные исследования	6	4		4								2	Опрос по теме занятия
3	Научно-техническая и нормативно-техническая информация	6	4		2								4	Опрос по теме занятия, Задание по теме занятия
4	Основы метрологии	6	10		4								4	Опрос по теме занятия, Задание по теме занятия
5	Математическая обработка результатов экспериментальных исследований	6	14		22								8	Опрос по теме занятия, Задания по теме занятия,
6	Зачет	6								0.2			19.8	Итоговый зачетный тест
	Итого		34.0		34.0		0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	39.8		

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Лекции

№ п/	Наименование темы	Содержание темы (раздела)
------	-------------------	---------------------------

п	(раздела)	
1	Основы научного познания	Понятие о науке. Закономерности и тенденции развития науки. Структура научного познания. Классификация научных исследований. Выбор направлений исследований.
2	Теоретические и экспериментальные исследования	Цели и методы теоретического исследования. Типы, задачи и классификация экспериментов. Методологические основы эксперимента. Метрологическое обеспечение эксперимента. Планирование и организация процесса подготовки эксперимента.
3	Научно-техническая и нормативно-техническая информация	Первичные и вторичные документы и издания. Государственная система научно-технической информации. Организация работы с научной литературой.
4	Основы метрологии	Основные понятия и определения. Основные положения теории погрешности и неопределенности. Метрологическое обеспечение научных исследований.
5	Математическая обработка результатов экспериментальных исследований	Представление результатов измерения с учетом систематической и случайной составляющих погрешности. Косвенные измерения. Приближенные вычисления. Совместные измерения. Представление и интерпретация результатов измерений. Корреляционный анализ. Проверка взаимосвязи двух физических величин.

## 5.2. Практические занятия

Наименование темы	Содержание темы
Основы научного познания	Понятие о науке и необходимости научного подхода в профессиональной деятельности. Элементы теории и структуры научного познания. Классификация научных исследований по различным признакам. Актуальность, новизна и значимость исследования.
Теоретические и экспериментальные исследования	Понятия метрологического обеспечения эксперимента. Основные этапы планирования и организации процесса подготовки эксперимента.
Научно-техническая и нормативно-техническая информация	Основные понятия информационного научного поиска. Основные источники научной информации. Работа с научной литературой. Задание 1: Провести поиск научной информации по заданной теме. Составить отчет.
Основы метрологии	Получение знаний в области метрологических характеристик средств измерений, нормирования этих характеристик, общий сведений об измерительных приборах Виды измерений, правила округления результатов.  Задание 2: Правила округления результата.

<p>Математическая обработка результатов экспериментальных исследований</p>	<p>Закрепление, углубление знаний и приобретение практических навыков в области проведения и оценки результатов прямых многократных измерений.          Расчёт случайной погрешности. Учёт систематических погрешностей. Представление результата измерения с учётом систематической и случайной составляющих погрешности.          Закрепление, углубление знаний и приобретение практических навыков в области проведения и оценки результатов косвенных измерений.          Закрепление, углубление знаний в области метрологических характеристик средств измерений, получение практических навыков экспериментального определения статистических характеристик средств измерений путем проведения совместных измерений и математической обработки их результатов с применением методов регрессионного анализа          Получение знаний в области динамических средств измерений, их классификации и нормирования, приобретение практических навыков экспериментального определения динамических характеристик средств измерений.          Представление и интерпретация результатов измерений. Анализ результатов эксперимента и формулирование выводов.</p> <p>Задание 3: Вычисление погрешностей средств измерений и их вычисление при различных способах задания классов точности средств измерений          Задание 4: Однократные и Многократные равноточные измерения          Задание 5: Нахождение погрешностей косвенных измерений          Задание 6: Расширение пределов измерений</p>
--	---

## 6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Трудоемкость в академических часах
1	Основы научного познания	Подготовка к практическому занятию	2
2	Теоретические и экспериментальные исследования	Подготовка к практическому занятию	2
3	Научно-техническая и нормативно-техническая информация	Подготовка к практическому занятию, выполнение заданий по теме.	4

4	Основы метрологии	Подготовка к практическому занятию, выполнение заданий по теме.	4
5	Математическая обработка результатов экспериментальных исследований	Подготовка к практическому занятию, выполнение заданий по теме.	8
6	Зачет	Подготовка к итоговому тесту	19.8

## 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентностного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий.

При реализации дисциплины «Основы метрологии», используются традиционные и современные образовательные технологии.

При чтении лекций по данной дисциплине используются активные методы обучения: проблемная лекция, лекция презентация. Перед изучением раздела обозначается проблема, на решение которой будет направлен весь последующий материал данного раздела. При чтении лекций используются мультимедийные презентации.

На практических занятиях используется метод дебатов, мозговой штурм.

Из современных образовательных технологий применяются информационные и компьютерные технологии с привлечением к преподаванию мультимедийной техники.

## 8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, а также методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков отражены в фонде оценочных средств по дисциплине «Основы метрологии».

Примерные вопросы к зачету

1. Закономерности и тенденции развития науки.
2. Структура научного познания.
3. Классификация научных исследований. Выбор направлений исследований.
4. Цели и методы теоретического исследования.
5. Типы, задачи и классификация экспериментов.
6. Методологические основы эксперимента.
7. Метрологическое обеспечение эксперимента.
8. Планирование и организация процесса подготовки эксперимента.
9. Метрология, ее историческое развитие, предмет, цели и задачи. Основные термины и определения.
10. Единицы величин и системы единиц. Международная система единиц.
11. Эталоны и установки высшей точности.
12. Шкалы измерений.
13. Средство измерений (СИ). Классификация СИ.
14. Основные элементы и погрешность средств измерений.
15. Нормальные условия измерений. Основные нормируемые метрологические характеристики СИ.
16. Классы точности СИ. Принцип выбора СИ.
17. Измерение. Элементы измерительной процедуры. Виды измерений. Основное уравнение измерений.
18. Измерение физической величины. Общие требования к проведению измерений.
19. Методики выполнения измерений. Критерии качества измерений.

20. Погрешности измерения, их классификация. Погрешности средств измерения. Случайная и систематическая погрешности. Принципы описания и оценивания погрешностей.
21. Неопределенность. Вычисление стандартной неопределенности.
22. Правила суммирования составляющих погрешности. Правила округления значения погрешности и записи результата измерений.
23. Обработка результатов прямых однократных и многократных измерений. Представление результатов измерения с учетом систематической и случайной составляющих погрешности.
24. Обработка результатов косвенных измерений.
25. Обработка результатов совместных измерений.
26. Оценивание достоверности результата испытания. Оценивание результата измерительного контроля.
27. Определение суммарной стандартной неопределенности.
28. Определение расширенной неопределенности.
29. Краткое описание процедуры оценивая и выражения неопределенности.
30. Погрешности средств измерений. Характеристики средств измерений.
31. Метрологическое обеспечение научных исследований.
32. Представление и интерпретация результатов измерений.
33. Корреляционный анализ.
34. Проверка взаимосвязи двух физических величин.

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### а) литература

1. Лобастов, С. А. Основы метрологии и методы измерения физических величин : учебное пособие / С. А. Лобастов. — Саров : Российский федеральный ядерный центр – ВНИИЭФ, 2018. — 412 с. — ISBN 978-5-9515-0406-7. — Текст : электронный // Электронно- библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/101930.html>
2. Голуб О.В. Стандартизация, метрология и сертификация [Электронный ресурс] : учебное пособие / О.В. Голуб, И.В. Сурков, В.М. Позняковский. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2014. — 334 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/4151.html>
3. Пухаренко, Ю. В. Метрология, стандартизация и сертификация. Интернет-тестирование базовых знаний : учебное пособие / Ю. В. Пухаренко, В. А. Норин. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 308 с. — ISBN 978-5-8114-2184-8. — Текст : электронный // Лань : электронно- библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/205964>
4. Бикулов А.М. Методы и средства измерений [Электронный ресурс]: учебное пособие для поверителей средств теплотехнических и физико-химических измерений/ Бикулов А.М.— Электрон. текстовые данные.— М.: Академия стандартизации, метрологии и сертификации, 2006.— 132 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/44250>. — ЭБС «IPRbooks»
5. Метрология, стандартизация и сертификация. Практикум : учебное пособие / В. Н. Кайнова, Т. Н. Гребнева, Е. В. Тесленко, Е. А. Куликова. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 368 с. — ISBN 978-5-8114-1832-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/211961>

### б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Наименование	Описание
1	Операционная система Linux	GNU-лицензия (GNU General Public License)
2	LibreOffice	Бесплатное распространение по лицензии GNU LGPL <a href="https://ru.libreoffice.org/about-us/license/">https://ru.libreoffice.org/about-us/license/</a>

3	Google Chrome	Бесплатное распространение по лицензии google chromium <a href="http://code.google.com/intl/ru/chromium/terms.html">http://code.google.com/intl/ru/chromium/terms.html</a> на условиях <a href="https://www.google.com/chrome/browser/privacy/eula_text.html">https://www.google.com/chrome/browser/privacy/eula_text.html</a> .
4	<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>	Представленная электронно-библиотечная система — это ресурс, включающий в себя как электронные версии книг издательства «Лань» и других ведущих издательств учебной литературы, так и электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам.
5	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>	Электронно-библиотечная система IPRbooks — научно-образовательный ресурс для решения задач обучения в России и за рубежом. Уникальная платформа ЭБС IPRbooks объединяет новейшие информационные технологии и учебную лицензионную литературу. Контент ЭБС IPRbooks отвечает требованиям стандартов высшей школы, СПО, дополнительного и дистанционного образования. ЭБС IPRbooks в полном объеме соответствует требованиям законодательства РФ в сфере образования.

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Описание
1	<a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>	Единое окно доступа к образовательным ресурсам
2	<a href="http://www.prometeus.nsc.ru/sciguide/page0609.ssi">http://www.prometeus.nsc.ru/sciguide/page0609.ssi</a>	SciGuide - веб-навигатор зарубежных и отечественных научных электронных ресурсов открытого доступа, элемент поддержки научной коммуникации в Сибирском отделении РАН. Навигатор помогает вести поиск качественных научных ресурсов мирового уровня
3	<a href="https://elibrary.ru/defaultx.asp">https://elibrary.ru/defaultx.asp</a>	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования

**10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Занятия по дисциплине «Основы метрологии» проводятся в специальных помещениях, представляющих собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, лабораторных работ с лабораторным оборудованием, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Все помещения, в которых проводятся занятия, соответствуют действующим противопожарным правилам и нормам.

Каждый обучающийся обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам и к электронной информационно-образовательной среде университета.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в помещениях, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета