



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФГБОУ ВО «ИГУ»

Кафедра общей и экспериментальной физики



Рабочая программа дисциплины (модуля)

Наименование дисциплины (модуля) Б1.О.01 Теория измерений

Направление подготовки 03.03.02 Физика

Направленность (профиль) подготовки Физика конденсированного состояния

Квалификация выпускника - бакалавр

Форма обучения очная

Согласовано с УМК:
физического факультета
Протокол № 38 от «18» апреля 2023 г.

Председатель: д.ф.-м.н., профессор
Н.М. Буднев

Рекомендовано кафедрой:
общей и экспериментальной физики
Протокол № 7 от «31» января 2023 г.

Зав.кафедрой д.ф.-м.н.
А.А. Гаврилюк

Иркутск 2023 г.

Содержание

I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ):	3
II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО:	3
III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	3
IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ	5
4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов	5
4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	6
4.3. Содержание учебного материала	7
4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ	7
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)	8
4.4. Примерная тематика курсовых работ (проектов)	9
V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	9
а) перечень литературы	9
б) периодические издания (при необходимости)	10
в) список авторских методических разработок:	10
г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы	10
VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	10
6.1. Учебно-лабораторное оборудование:	10
6.2. Программное обеспечение:	10
6.3. Технические и электронные средства:	10
VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	11
VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	11

I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ):

Цели:

изучение студентами роли теории и практики измерений различных физических величин и освоение студентами теоретических и практических основ методологического обоснования процесса измерения.

Задачи:

освоение студентами теоретической базы метрологии и выработка практических навыков по решению задач, необходимых для эффективной работы с измерительными приборами и проведения достоверной математической обработки измерений.

II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Учебная дисциплина (модуль) «Теория измерений» относится к обязательной части программы.

Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

- *школьная программа.*

Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

- *лабораторный практикум по курсу «Механика»;*
- *лабораторный практикум по курсу «Электричество и магнетизм»;*
- *лабораторный практикум по курсу «Колебания и волны. Оптика»;*
- *лабораторный практикум по курсу «Молекулярная физика»;*
- *лабораторный практикум по курсу «Атомная и ядерная физика»;*
- *Методы математической физики;*
- *Численные методы и математическое моделирование;*
- *Вычислительная физика (практикум на ЭВМ);*
- *Теория вероятностей и математическая статистика;*
- *Интернет-технологии обработки данных;*
- *Основы проектирования микроконтроллерных устройств;*
- *Специальный практикум по спектроскопии;*
- *Специальный практикум по методам обработки сигналов;*
- *Специализированный практикум по методам модификации поверхности;*
- *Методы обработки сигналов;*
- *Методы исследования физики конденсированного состояния;*
- *Лазерная спектроскопия;*
- *Учебные и производственные практики.*

III. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки (специальности) 03.03.02 Физика:

**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю),
соотнесенных с индикаторами достижения компетенций**

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ОПК-2 Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	ОПК-2.1 Знает основные научные методы теоретического и экспериментального исследования объектов, процессов и явлений	Знает: теоретическую базу метрологии, теоретические основы методологического обоснования процесса измерения. Умеет: проводить достоверную математическую обработку измерений. Владеет: теоретической базой метрологии, необходимой для эффективной работы с измерительными приборами и проведения достоверной математической обработки измерений.
	ОПК-2.2 Проводит научные исследования физических объектов и анализирует результаты исследований	Знает: практические основы методологического обоснования процесса измерения. Умеет: проводить достоверную математическую обработку измерений. Владеет: практическими навыками по решению задач, необходимых для эффективной работы с измерительными приборами и проведения достоверной математической обработки измерений.

IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часов, в том числе 43 часа контактной работы, 10 часов на экзамен.

Из них реализуется с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий 16 часов .

Из них 0 часов – практическая подготовка.

Форма промежуточной аттестации: экзамен

4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/п	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Форма текущего контроля успеваемости/ Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельная работа	
					Лекция	Семинар/ Практическое, лабораторное занятие/	Консультация		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Раздел 1. Основные понятия теории измерений	1	6,2	0	6	0	0	0	опрос
2	Раздел 2. Обработка данных прямых	1	10,7	0	4	4,5	0	2	опрос,

	измерений								контрольное задание
3	Раздел 3.Погрешности косвенных измерений	1	10,7	0	3	4,5	0	3	опрос, контрольное задание
4	Раздел 4. Совместные измерения	1	8,7	0	1,5	4	0	3	опрос, контрольное задание
5	Раздел 5. Правила оформления графиков	1	8,7	0	1,5	3	0	4	опрос, контрольное задание
Экзамен		1	10	0			1		
Итого часов			72	0	16	16	1	12	17

4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
1	Раздел 1. Основные понятия теории измерений	-	-	0	опрос	[1-5]
2	Раздел 2. Обработка данных прямых измерений	Работа с лекционным материалом и учебной литературой	В течение семестра	2	опрос	[1-5]
3	Раздел 3.Погрешности косвенных измерений	Работа с лекционным материалом и учебной литературой	В течение семестра	3	опрос	[1-5]
4	Раздел 4. Совместные измерения	Работа с лекционным материалом и учебной литературой	В течение семестра	3	опрос	[1-5]
5	Раздел 5. Правила оформления графиков	Работа с лекционным материалом и учебной литературой	В течение семестра	4	опрос	[1-5]
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час)				12		
Из них объем самостоятельной работы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час)				-		

4.3. Содержание учебного материала

Раздел 1. Основные понятия теории измерений

- 1.1. Измерение. Классификация измерений
- 1.2. Классификация погрешностей измерения

Раздел 2. Обработка данных прямых измерений

- 2.1. Случайное событие. Вероятность
- 2.2. Случайная величина. Генеральная совокупность и выборка
- 2.3. Гистограмма. Эмпирическое распределение результатов наблюдений
- 2.4. Результат измерения. Доверительный интервал
- 2.5. Нормальное или гауссово распределение
- 2.6. Выборочные дисперсия и среднеквадратичное отклонение
- 2.7. Выявление грубых погрешностей
- 2.8. Систематическая погрешность. Класс точности прибора. Расчет границы полосы погрешностей
- 2.9. Сложение случайной и систематической погрешностей. Полная погрешность измерения
- 2.10. Запись и округление результата измерения
- 2.11. Алгоритм обработки данных прямых измерений по выборке

Раздел 3. Погрешности косвенных измерений

- 3.1. Метод переноса погрешностей
- 3.2. Выборочный метод
- 3.3. Алгоритм обработки данных косвенных измерений методом переноса погрешностей
- 3.4. Алгоритм обработки данных косвенных измерений выборочным методом

Раздел 4. Совместные измерения

- 4.1. Задача регрессии и метод наименьших квадратов
- 4.2. Случай линейной зависимости двух величин
- 4.3. Нахождение коэффициентов в уравнении прямой $y = ax + b$
- 4.4. Нахождение коэффициента в уравнении прямой $y = ax$
- 4.5. Алгоритм обработки данных по МНК для уравнения $y = ax + b$ на примере определения параметров равноускоренного движения
- 4.6. Алгоритм обработки данных по МНК для уравнения $y = ax$ на примере определения ускорения свободного падения

Раздел 5. Правила оформления графиков

4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции (индикаторы)*
			всего часов	из них практ. подг.		
1	2	3	4	5	6	7
1	Основные	-	-	-	-	-

	понятия теории измерений					
2	Обработка данных прямых измерений	Обработка данных прямых измерений по выборке	4,5	0	опрос, контрольное задание	ОПК-2
3	Погрешности косвенных измерений	Обработка данных косвенных измерений методом переноса погрешностей и выборочным	4,5	0	опрос, контрольное задание	ОПК-2
4	Совместные измерения	Обработка данных по методу наименьших квадратов	4	0	опрос, контрольное задание	ОПК-2
5	Правила оформления графиков	Графическое представление результатов эксперимента	3	0	опрос, контрольное задание	ОПК-2

4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1	2	3	4	5
1	Класс точности прибора. Расчет границы полосы погрешностей.	конспект	ОПК-2	ОПК-2.1
2	Выборочный метод обработки данных косвенных измерений	конспект	ОПК-2	ОПК-2.1
3	Случай линейной зависимости двух величин	конспект	ОПК-2	ОПК-2.1
4	Нахождение коэффициента в уравнении прямой $y = ax$	конспект	ОПК-2	ОПК-2.1
5	Виды графиков	конспект	ОПК-2	ОПК-2.1

4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию и уметь на основании полученной информации реализовывать прикладную деятельность. Формирование такого умения

происходит в течение всего периода обучения через участие студентов в лабораторных занятиях, выполнение контрольных заданий. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Теоретические знания, полученные студентами на лекционных занятиях и при самостоятельном изучении курса по литературным источникам, закрепляются при выполнении заданий в рамках лабораторного практикума.

При выполнении лабораторных заданий обращается особое внимание на выработку у студентов умения грамотно выполнять и оформлять обработку результатов экспериментальной деятельности, умения пользоваться научно-технической справочной литературой. Каждый студент должен подготовиться к защите своего отчета, разобравшись с теорией исследуемого раздела теории измерений.

Лабораторные работы проходят в строгом порядке, при этом области знаний, необходимые к освоению для их выполнения пересекаются, постепенно повышая уровень сложности выполняемой работы. Таким образом обеспечено постепенное освоение студентами материалов курса.

В течение семестра каждый студент обязан выполнить и защитить весь предложенный перечень лабораторных работ. Закрепление всего изученного материала осуществляется путём выполнения тестового задания по пройденному курсу. Преподаватель помогает разобраться с проблемными вопросами и задачами (по мере их поступления) в ходе текущих консультаций.

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы учебным планом не предусмотрены

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

а) перечень литературы

1. Прошин, В. И. Анализ результатов измерений в экспериментальной физике [Электронный ресурс] / В. И. Прошин, В. Г. Сидоров. - 1-е изд. - Электрон. текстовые дан. - [Б. м.] : Лань, 2018. - 172 с. - ЭБС "Лань". - неогранич. доступ. - ISBN 978-5-8114-2886-6. – <https://e.lanbook.com/book/102585>
2. Мурашкина Т. И. Метрология. Теория измерений [Электронный ресурс] : учебник для вузов / Т. И. Мурашкина, В. А. Мещеряков, Е. А. Бадеева, Е. В. Шалобаев. - 2-е изд., испр. и доп. - Электрон. текстовые дан. - Москва : Юрайт, 2022. - 167 с. - (Высшее образование). - ЭБС Юрайт. - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-534-07295-2 – URL: <https://urait.ru/bcode/490977>
3. Зайдель, Александр Натанович. Ошибки измерений физических величин [Электронный ресурс] / А. Н. Зайдель. - Электрон. текстовые дан. - Москва : Лань, 2009. - 112 с. : ил., табл. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ЭБС "Лань". - неогранич. доступ. - ISBN 978-5-8114-0643-2 – URL: <https://reader.lanbook.com/book/210251#109>

4. Буре В. М.. Методы прикладной статистики в R и Excel: учебное пособие [Электронный ресурс] / 5. В. М. Буре., Е. М. Парилина., А. А. Седаков - Электрон. текстовые дан. - Москва : Лань, 2022. - 152 с. : ил., табл. - ЭБС "Лань". - неогранич. доступ. - ISBN 978-5-8114-2229-99 – URL: <https://reader.lanbook.com/book/206042#7>

5. Романов А.И. Распределения случайных величин и основы статистических методов обработки экспериментальных данных: Учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / А.И. Романов, Т.А. Семенова, Н.С. Воронова - Электрон. текстовые дан. -: Лань, 2016. - 148 с. - ЭБС "Лань". - неогранич. доступ. - ISBN 978-5-7262-2225-7 – URL: <https://reader.lanbook.com/book/119506#141>

б) периодические издания: -

в) список авторских методических разработок: -

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы: -

VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Учебно-лабораторное оборудование:

Лабораторные и лекционные занятия по данной дисциплине проводятся в учебной аудитории по расписанию. Предусмотрено лабораторное оборудование: измерительные приборы (весы, секундомеры, штангенциркули, микрометры, термометры, мультиметры).

На факультете имеется компьютеризированная аудитория с неограниченным доступом в Интернет и стандартным программным обеспечением с возможностью просмотра презентаций и других материалов по курсу (в рамках самостоятельной работы студентов) и обработки экспериментальных данных в стандартных программах для построения графиков, таблиц и проведения расчётов (в рамках лабораторного практикума).

6.2. Программное обеспечение:

Стандартные сервисы сети Интернет, стандартные средства просмотра презентаций и других материалов по курсу, стандартные программы для построения графиков, таблиц и проведения расчётов.

6.3. Технические и электронные средства:

Для проведения лабораторных и лекционных занятий в качестве демонстрационного оборудования используются проектор, экран и меловая доска. Используются современные образовательные технологии: информационные (лекции и презентации в Power Point), проектные (мультимедиа, видео, документальные фильмы). Использование глобальной компьютерной сети позволяет обеспечить доступность Интернет-ресурсов и реализовать самостоятельную работу студентов, в ходе которой они могут вычитывать научные статьи по темам курса. На лекциях могут использоваться мультимедийные средства: проектор (CASIO XJ-A241), переносной экран (Classic Solution, T195x195/1MW-LU/B), ноутбук Lenovo B590. На факультете имеется компьютеризированная аудитория, предназначенная для самостоятельной работы, с неограниченным доступом в Интернет.

VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по реализации компетентного подхода, в учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий. Интерактивные формы работы на учебных занятиях предусматривают активную позицию студентов при изучении материала, например, самостоятельно подготовить дополнение к теме и вынести его на обсуждение, провести дискуссию, включить элементы собственных научных исследований (например, в рамках лабораторного практикума). Все это формирует способности применять знания, умения и личностные качества для успешной деятельности в области теории измерений.

В рамках лабораторного практикума студенты выполняют перечень лабораторных работ, по материалам которых они приобретают исследовательские навыки, необходимые для работы по междисциплинарным направлениям, после получения базового образования и формируют компетенцию способности проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные.

Программа основана на использовании современных образовательных технологий: информационных (лекции и презентации в Power Point), проектных (мультимедиа, видео), дистанционные, научно-исследовательской направленности и т. п.

VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Фонд оценочных средств (ФОС) представлен в приложении.

Оценочные материалы для входного контроля:

Проводится опрос на первом занятии.

Оценочные материалы текущего контроля:

Содержание учебного материала разделено на дидактические единицы (ДЕ) – предметные темы, подлежащие обязательному изучению и усвоению в процессе обучения. Учитывается промежуточная аттестация по итогам самостоятельной работы, предусмотренной программой курса.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации:

Промежуточная аттестация проводится в форме тестирования.

Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов:

№	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Контролируемые компетенции/ индикаторы
1	опрос	Раздел 1. Основные понятия теории измерений	ОПК-2
2	опрос, контрольное задание	Раздел 2. Обработка данных прямых измерений	ОПК-2
3	опрос, контрольное задание	Раздел 3. Погрешности косвенных измерений	ОПК-2
4	опрос, контрольное задание	Раздел 4. Совместные измерения	ОПК-2
5	опрос, контрольное задание	Раздел 5. Правила оформления графиков	ОПК-2

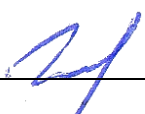
Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 Физика.

Разработчик:

 _____ к.ф.-м.н., доцент Лазарева Н.Л.

Программа рассмотрена на заседании кафедры общей и экспериментальной физики
«31» января 2023г.

Протокол № 7

Зав. кафедрой  _____ д.ф.-м.н. Гаврилюк А.А.

Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.