



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
ФГБОУ ВО «ИГУ»  
**Кафедра общей и экспериментальной физики**



**УТВЕРЖДАЮ**

Декан физического факультета

Н.М. Буднев

«22» апреля 2020 г.

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

**Наименование дисциплины (модуля)** Б1.О.11 Теория измерений

**Направление подготовки** 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

**Направленность (профиль) подготовки** Материалы и компоненты твердотельной электроники

**Квалификация выпускника** - бакалавр

**Форма обучения** очная

Согласовано с УМК:  
физического факультета  
Протокол № 25 от «21» апреля 2020 г.

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

**Рекомендовано кафедрой:**  
общей и экспериментальной физики  
**Протокол №** 6  
**от «** 13 **»** апреля 2020 г.  
**Зав. кафедрой** д.ф.-м.н., профессор  
А.А. Гаврилюк

**Иркутск 2020 г.**

## Содержание

<b>I.</b>	<b>ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ):</b> .....	<b>3</b>
<b>II.</b>	<b>МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО</b> .....	<b>3</b>
<b>III.</b>	<b>ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>3</b>
<b>IV.</b>	<b>СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>5</b>
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
<b>V.</b>	<b>УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b> .....	<b>9</b>
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
<b>VI.</b>	<b>МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b> .....	<b>10</b>
6.1.	Учебно-лабораторное оборудование:.....	10
6.2.	Программное обеспечение: .....	10
6.3.	Технические и электронные средства: .....	10
<b>VII.</b>	<b>ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</b> .....	<b>11</b>
<b>VIII.</b>	<b>ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ</b> .....	<b>11</b>

## 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 и молекулярная физика»;*

- *Лабораторный практикум по курсу «Электричество, магнетизм и волновая оптика»;*

- *Численные методы и математическое моделирование;*

- *Вычислительная физика (практикум на ЭВМ);*

- *Метрология и стандартизация;*

- *Эмиссионный спектральный анализ;*

- *Методы исследования материалов электроники;*

- *Высокорезистивные материалы;*

- *Аналоговая схемотехника.*

## 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) 11.03.04 Электроника и наноэлектроника:

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

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
<p>ОПК-1 Способен анализировать современное состояние методов и технологий модификации свойств наноматериалов и наноструктур</p>	<p>ОПК-1.1 Знает основные научные методы теоретического и экспериментального подходов в модификации свойств наноматериалов и наноструктур</p>	<p><b>Знает:</b> теоретическую базу метрологии, теоретические основы методологического обоснования процесса измерения. <b>Умеет:</b> проводить достоверную математическую обработку измерений. <b>Владеет:</b> теоретической базой метрологии, необходимой для эффективной работы с измерительными приборами и проведения достоверной математической обработки измерений.</p>
	<p>ОПК-1.2 Проводит научные исследования физических объектов и анализирует результаты исследований в области методов и технологий модификации свойств наноматериалов и наноструктур</p>	<p><b>Знает:</b> практические основы методологического обоснования процесса измерения. <b>Умеет:</b> проводить достоверную математическую обработку измерений. <b>Владеет:</b> практическими навыками по решению задач, необходимых для эффективной работы с измерительными приборами и проведения достоверной математической обработки измерений.</p>

#### IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов, в том числе 72 часа контактной работы, 1 час на экзамен.

Из них реализуется с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий 0 часов.

Из них 18 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/н	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости/ Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися				
					Лекция	Семинар/ Практическое, лабораторное занятие/	Консультация		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Раздел 1. Основные понятия теории измерений	1	19	1	6	1	0	11	опрос
2	Раздел 2. Обработка данных прямых	1	28	5	10	9	0	13	опрос,

	измерений								контрольное задание
3	Раздел 3. Погрешности косвенных измерений	1	46	5	10	9	0	22	опрос, контрольное задание
4	Раздел 4. Совместные измерения	1	39	4	7	8	0	20	опрос, контрольное задание
5	Раздел 5. Правила оформления графиков	1	17	3	3	5	0	6	опрос, контрольное задание
	экзамен	1		0			0		
	<b>Итого часов</b>		<b>180</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>72</b>	<b>36</b>

#### 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	Работа с лекционным материалом и учебной литературой	В течение семестра	11	опрос	[1-5]
2	Раздел 2. Обработка данных прямых измерений	Работа с лекционным материалом и учебной литературой	В течение семестра	13	опрос	[1-5]
3	Раздел 3. Погрешности косвенных измерений	Работа с лекционным материалом и учебной литературой	В течение семестра	22	опрос	[1-5]
4	Раздел 4. Совместные измерения	Работа с лекционным материалом и учебной литературой	В течение семестра	20	опрос	[1-5]
5	Раздел 5. Правила оформления графиков	Работа с лекционным материалом и учебной литературой	В течение семестра	6	опрос	[1-5]
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час)				72		
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/н	№ раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции (индикаторы)*
			всего часов	из них практ. подг.		
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
1	Основные	-	1	-	-	-

	понятия теории измерений					
2	Обработка данных прямых измерений	Обработка данных прямых измерений по выборке	9	0	опрос, контрольное задание	ОПК-1
3	Погрешности косвенных измерений	Обработка данных косвенных измерений методом переноса погрешностей и выборочным	9	0	опрос, контрольное задание	ОПК-1
4	Совместные измерения	Обработка данных по методу наименьших квадратов	8	0	опрос, контрольное задание	ОПК-1
5	Правила оформления графиков	Графическое представление результатов эксперимента	5	0	опрос, контрольное задание	ОПК-1

#### 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-1	ОПК-1.1
2	Выборочный метод обработки данных косвенных измерений	конспект	ОПК-1	ОПК-1.1
3	Случай линейной зависимости двух величин	конспект	ОПК-1	ОПК-1.1
4	Нахождение коэффициента в уравнении прямой $y = ax$	конспект	ОПК-1	ОПК-1.1
5	Виды графиков	конспект	ОПК-1	ОПК-1.1

#### 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 978-5-7262-22225-7 – 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-1
2	опрос, контрольное задание	Раздел 2. Обработка данных прямых измерений	ОПК-1
3	опрос, контрольное задание	Раздел 3. Погрешности косвенных измерений	ОПК-1
4	опрос, контрольное	Раздел 4. Совместные измерения	ОПК-1

	задание		
5	опрос, контрольное задание	Раздел 5. Правила оформления графиков	ОПК-1

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника.

**Разработчик:**



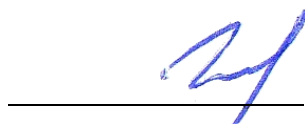
к.ф.-м.н., доцент А.Б. Танаев

Программа рассмотрена на заседании кафедры общей и экспериментальной физики

«13» апреля 2020 г.

Протокол № 6

Зав. кафедрой



д.ф.-м.н., профессор А.А. Гаврилюк

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