

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Б1.О.34 МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ**

Направление подготовки (специальность) 03.05.02 Фундаментальная и прикладная физика

Профиль подготовки (специализация)

Форма обучения очная

Год набора 2024

Красноярск 2024

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Программу составили  
старший преподаватель, Тен В.П.

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины:

Метрологическое обеспечение научно-инновационной, научно-исследовательской, проектно-конструкторской, производственно-технологической, организационно-управленческой деятельности;

освоение современных эффективных методик метрологической экспертизы научной и проектной документации, последующего контроля физических процессов и явлений, а также диагностики технических средств.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины:

К задачам изучения дисциплины относятся:

получение знаний основ метрологии, стандартизации и технических измерений для целенаправленного анализа проблем и позволяющих применять эффективные методы исследования физико-технических объектов, процессов и материалов;

формирование умений и навыков применять полученные знания при использовании измерительных средств для определения основных параметров технологических процессов, систем, изучения свойств технических объектов, изделий и материалов;

овладение навыками использования нормативных документов по качеству, стандартизации и сертификации изделий в практической деятельности.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы высшего образования:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
ОПК-1 Способен применять современные теоретические модели физических явлений, процессов и систем, а также результаты экспериментальных исследований в фундаментальных и прикладных разработках;	
ОПК-1.2 Использует экспериментальные и теоретические методы исследований	знает принципы проведения научных исследований физических явлений, процессов и систем; умеет обосновывать применимость физических законов для описания рассматриваемых явлений в эксперименте; пользоваться современными приборами и оборудованием для проведения измерений; владеет основными методами и средствами проведения экспериментальных исследований; навыками работы с использованием современной приборной базы, информационных технологий; принципами проведения научных исследований физических явлений, процессов и систем
ОПК-5 Способен представлять результаты собственной профессиональной деятельности в специализированных печатных и электронных изданиях, а также при публичных выступлениях с применением современных средств и ориентируясь на потребности аудитории.	

ОПК-5.1 Представляет результаты научных и прикладных исследований	знает структуру и представление результатов в научно-исследовательских работах; основные приемы обработки полученных в ходе научных исследований данных; умеет получать и обрабатывать информацию для решения стандартных задач профессиональной деятельности в специализированных печатных и электронных изданиях; владеет навыками оформления и представления результатов профессиональной деятельности в виде научных исследований
---	---

Дисциплина реализуется без применения ЭО и ДОТ

## 2 Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр
		4
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	2 (72)	2 (72)
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	1,5 (54)	1,5 (54)
занятия лекционного типа	0,5 (18)	0,5 (18)
практические занятия	0,5 (18)	0,5 (18)
лабораторные работы	0,5 (18)	0,5 (18)
<b>Самостоятельная работа обучающихся</b>	0,5 (18)	0,5 (18)
<b>Вид промежуточной аттестации (Зачет)</b>		Зачёт

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

№ п/п	Вид работ	Темы занятия	Объем часов	Семестр /курс	Часы в эл. формате
1.	Лек	История метрологии, основные понятия, системы единиц физических величин	2	4	
2.	Лек	Основы теории погрешностей	2	4	
3.	Лек	Метрологические характеристики средств измерений	2	4	
4.	Лек	Физические измерения	2	4	
5.	Лек	Поверка и аттестация средств измерения	2	4	
6.	Лек	Основы квалиметрии	2	4	
7.	Лек	Метрологическое обеспечение производства и научных исследований	2	4	
8.	Лек	Основы стандартизации	2	4	
9.	Лек	Сертификация продукции	2	4	
10.	Лаб	Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений	4	4	
11.	Лаб	Косвенные измерения. Совместные измерения. Методы оценивания погрешности	2	4	
12.	Лаб	Исследование метрологических характеристик преобразователем неэлектрических величин в электрический сигнал	2	4	
13.	Лаб	Поверка измерительных приборов. Определение метрологических характеристик технических средств и методов измерений	2	4	
14.	Лаб	Определение параметров шероховатости, отклонения формы и положения поверхности	2	4	
15.	Лаб	Измерение толщин покрытий и геометрии нанесенных пассивных элементов в микросхемах и печатных узлах электронных устройств	2	4	
16.	Лаб	Технические средства и методы геометрических и механических измерений	2	4	
17.	Лаб	Определение комплексного показателя качества средств измерения	2	4	
18.	Пр	Входной контроль	1	4	
19.	Пр	Промежуточный контроль по темам 1–3	2	4	
20.	Пр	Промежуточный контроль по темам 4–6	2	4	
21.	Пр	Промежуточный контроль по темам 7–9	2	4	
22.	Пр	Технические средства и методы геометрических и механических измерений	4	4	
23.	Пр	Анализ метрологических характеристик измерительных средств	4	4	
24.	Пр	Методика поверки и аттестации средств измерения	3	4	
25.	Ср	Самостоятельная работа	18	4	
26.	Зачёт	Зачет		4	

## **4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **4.1 Печатные и электронные издания:**

1. Коловский Ю. В. Метрология, стандартизация и технические измерения [Электронный ресурс]: учебник для студентов вузов. - Красноярск: ИПК СФУ, 2009. - 432 с. – Режим доступа: <http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/elib/u006/i-378895.pdf> .
2. Алешечкин А. М. Радиоизмерения. Статистическая теория погрешностей измерения. Методы статистической обработки [Электронный ресурс]: учеб.-метод. пособие для самостоят. работы. - Красноярск: СФУ, 2012. - 50 с. – Режим доступа: <http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/elib/u62/i-745534.pdf> .
3. Танкович Т. И., Амузаде А. С., Голых Ю. Г. Метрология [Электронный ресурс]: учеб. пособие для вузов. - Красноярск: СФУ, 2012. - 127 с. – Режим доступа: <http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/elib/u006/i-518903.pdf> .
4. Алешечкин А. М. Метрология, стандартизация и сертификация: учеб.-метод. пособие для лаб. работ (IV-V). - Красноярск: СФУ, 2012. - 38 с..
5. Алешечкин А. М. Метрология, стандартизация и сертификация: учеб.-метод. пособие для лаб. работ (I- III). - Красноярск: СФУ, 2012. - 43 с..
6. Димов Ю. В. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник для студентов вузов. - Санкт-Петербург: Питер, 2013. - 496 с..
7. Хромой Б. П. Метрология, стандартизация и измерения в технике связи: . - Москва: Радио и связь, 1986. - 423 с..
8. Исаенко Л. С., Коловский Ю. В., Саломатов Ю. П. Метрология, стандартизация и сертификация. Методики выполнения измерений: Учеб. пособие. - Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2005. - 248 с..
9. Алешечкин А. М. Радиоизмерения: учеб.-метод. пособие по лаб. работам на компьютере. - Красноярск: СФУ, 2012. - 33 с..
10. Алешечкин А. М. Радиоизмерения [Электронный ресурс]: учеб.-метод. пособие для выполнения лаб. работ. - Красноярск: СФУ, 2012. - 42 с. – Режим доступа: <http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/elib/u62/i-237050.pdf> .
11. Батрак А. П. Метрология и сертификация. Метрология [Электронный ресурс]: учеб.-метод. пособие для лаб. работ [для бакалавров направлений 221400 и 221700]. - Красноярск: СФУ, 2013. - – Режим доступа: <http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/elib/u006/i-088153.pdf> .
12. Коловский Ю. В. Метрология, стандартизация и технические измерения: учебно-методический комплекс дисциплины (№ 134-2007). - Красноярск: СФУ, 2012. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM).

### **4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):**

1. Microsoft Office Professional Plus 2007 Russian Academic. Офисный пакет Microsoft Office.
2. MATLAB Classroom 10-24 concurrent All Platform Licenses. Высокоуровневый программный продукт для технических расчетов.

### **4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. Научная библиотека СФУ [http://catalog.sfu-kras.ru/cgi-bin/irbis64r\\_14/cgiirbis\\_64.exe#page-title](http://catalog.sfu-kras.ru/cgi-bin/irbis64r_14/cgiirbis_64.exe#page-title)
2. Библиотечная поисково-информационная система E-Library <http://elibrary.ru>
3. Нормативно-техническая документация по техническому регулированию и метрологии (РОССТАНДАРТ) <http://www.gost.ru>
4. American Society of Civil Engineers Library <http://www.ascelibrary.org>

## **5 Фонд оценочных средств**

Фонд оценочных средств является приложением к рабочей программе дисциплины (модуля), хранится на кафедре, обеспечивающей преподавание данной дисциплины (модуля).

## **6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

1. Компьютерный класс для выполнения расчетно-графической части лабораторных работ, а также самостоятельной работы.
2. Методический кабинет для самостоятельной работы.
3. Лаборатория, укомплектованная универсальными, многофункциональными и специализированными средствами измерения.
4. Проекционное оборудование (CD-проектор, экран) для показа презентаций и видеофильмов.

Примерный перечень наглядных и других пособий, методических указаний и материалов к техническим средствам обучения:

1. Стенд «Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений».
2. Стенд «Косвенные измерения. Методы оценивания погрешности».
3. Стенд «Совместные измерения. Методы оценивания погрешности».
4. Стенд «Определение метрологических характеристик технических средств и методов измерений».
5. Стенд «Технические средства и методы геометрических и механических измерений».
6. Образцы средств измерений различного функционального назначения.
7. Образцы вспомогательных средств измерения.
8. Комплекты статических и динамических фото- видеоматериалов, включенных в электронный конспект лекций.

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

## **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по дисциплине Б1.О.34 Метрология, стандартизация и сертификация

Направление подготовки/специальность

03.05.02 Фундаментальная и прикладная физика

Образовательная программа

03.05.02.30 Фундаментальная и прикладная физика

Красноярск 2024

**1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы, описание показателей и критериев оценивания компетенций**

Семестр	Код и содержание индикатора компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства
<b>ОПК-1</b> Способен применять современные теоретические модели физических явлений, процессов и систем, а также результаты экспериментальных исследований в фундаментальных и прикладных разработках			
4	ОПК-1.2 Использует экспериментальные и теоретические методы исследований	знает принципы проведения научных исследований физических явлений, процессов и систем	Защита лабораторных работ; Контрольные вопросы и задания
		умеет обосновывать применимость физических законов для описания рассматриваемых явлений в эксперименте; пользоваться современными приборами и оборудованием для проведения измерений	Защита лабораторных работ; Контрольные вопросы и задания
		владеет основными методами и средствами проведения экспериментальных исследований; навыками работы с использованием современной приборной базы, информационных технологий; принципами проведения научных исследований физических явлений, процессов и систем	Защита лабораторных работ; Контрольные вопросы и задания
<b>ОПК-5</b> Способен представлять результаты собственной профессиональной деятельности в специализированных печатных и электронных изданиях, а также при публичных выступлениях с применением современных средств и ориентируясь на потребности аудитории			
4	ОПК-5.1 Представляет результаты научных и прикладных исследований	знает структуру и представление результатов в научно-исследовательских работах; основные приемы обработки полученных в ходе научных исследований данных	Защита лабораторных работ; Контрольные вопросы и задания
		умеет получать и обрабатывать информацию для решения стандартных задач профессиональной деятельности в специализированных печатных и электронных изданиях	Защита лабораторных работ; Контрольные вопросы и задания
		владеет навыками оформления и представления результатов про-	Защита лабораторных ра-

		фессиональной деятельности в виде научных исследований	бот; Контрольные вопросы и задания
--	--	--	---------------------------------------

**2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки владений, умений, знаний, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы с описанием шкал оценивания и методическими материалами, определяющими процедуру оценивания**

## **2.1 Оценочные средства для текущего контроля по дисциплине**

**2.1.1 Для текущего контроля успеваемости используются оценки за лабораторные занятия и контрольные вопросы и задания.**

Контрольные вопросы и задания

1. Отношение между метрологией и другими науками. Общность процедур получения измерительной информации и особенности ее использования.

2. Исходные понятия метрологии: измерение, погрешность измерения, измеряемая величина, измерительная информация.

3. Измерительные шкалы. Абсолютные и порядковые шкалы, шкалы наименований, интервалов, отношений, разностей и др.

4. Уравнение измерения. Обеспечение единства измерений. Единица физической величины. Системы единиц. Международная система единиц физических величин.

5. Классификация измерений: прямые, косвенные, совместные, совокупные. Статические и динамические измерения. Измерения с однократными наблюдениями и многократными.

6. Классификация составляющих погрешности измерения: методическая и инструментальная, аддитивная и мультипликативная, основная и дополнительная, статическая и динамическая, систематическая и случайная составляющие.

7. Случайная составляющая погрешности измерения. Вероятностная модель случайной погрешности измерения. Правила суммирования случайных составляющих погрешности.

8. Нормальные условия проведения измерений. Систематическая составляющая погрешности измерения. Способы обнаружения и учета систематических погрешностей.

9. Средства измерения: меры, измерительные преобразователи, измерительные приборы и установки, измерительные системы, измерительно-вычислительные комплексы.

10. Единые правила и формы представления результатов измерений и характеристик погрешностей. Методы обработки результатов наблюдений.

11. Единство измерений и единообразие средств измерений. Метрологические характеристики средств измерения.

12. Централизованное и децентрализованное воспроизведение единиц. Эталоны единиц физических величин. Классификация эталонов.

13. Измерительные преобразователи. Первичные и вторичные измерительные преобразователи. Классификация измерительных преобразователей.

14. Средства обработки измерительной информации. Программный комплекс LabView.

15. Электрические измерения неэлектрических величин. Структурная схема электрических приборов для измерения неэлектрических величин.

16. Воспроизведение единиц физических величин на основе фундаментальных физических констант и высокостабильных квантовых явлений.

17. Динамическая погрешность. Динамические характеристики средств измерения. Коррекция динамических погрешностей. Испытательные сигналы.

18. Системный подход к проблеме обеспечения качества на различных этапах разработки, изготовления и эксплуатации электронных средств различного назначения.

19. Виды системных измерений при испытаниях, контроле и диагностике. «Мягкие» измерения, «мягкие» датчики. Распознавание образов.

20. Государственная система метрологического обеспечения хозяйственной деятельности. Элементы и содержание деятельности по метрологическому обеспечению на различных этапах производства.

21. Методы и формы обеспечения взаимозаменяемости. Параметрические ряды продукции. Допуски и посадки. Калибры. Организация технического контроля при производстве.

22. Категории и виды стандартов. Области распространения международных, государственных, отраслевых стандартов и технических условий.

23. Государственная система стандартизации. Система стандартов на общетехнические нормы, термины и определения. Организация службы информации о стандартах.

24. Международное сотрудничество в области стандартизации, метрологии и контроля качества. Стандарты на системы обеспечения качества продукции.

25. Обязательная и добровольная сертификация. Правила и порядок проведения сертификации. Системы сертификации. Типовая структура системы сертификации.

26. Схемы сертификации. Знаки соответствия. Практика сертификации на национальном уровне. Сертификация на международном и региональном уровнях.

### **2.1.2 Методические рекомендации по проведению текущего контроля**

Проверка знаний и навыков студентов осуществляется во время проведения лабораторных занятий путем опроса при допуске к занятиям и защиты выполненных работ.

Для успешной защиты лабораторных работ студент должен использовать знания, полученные во время лекционных занятий и при самостоятельном освоении теоретического материала.

### **2.1.3 Критерии оценивания лабораторных работ**

Шкала оценивания отчета по лабораторной работе.

«Отлично»

- 1) полное раскрытие темы;
- 2) указание точных названий и определений;
- 3) правильная формулировка понятий и категорий;
- 4) приведение формул и соответствующей статистики и др.

«Хорошо»

- 1) недостаточно полное, по мнению преподавателя, раскрытие темы;
- 2) несущественные ошибки в определении понятий и категорий, формулах, статистических данных и т.п., кардинально не меняющих суть изложения;
- 3) наличие грамматических и стилистических ошибок и др.

«Удовлетворительно»

- 1) отражение лишь общего направления изложения теоретического материала;
- 2) наличие достаточного количества несущественных или одной двух существенных ошибок в определении понятий и категорий, формулах, статистических данных и т.п.;
- 3) наличие грамматических и стилистических ошибок и др.

«Неудовлетворительно»

- 1) нераскрытые темы;
- 2) большое количество существенных ошибок;
- 3) наличие грамматических и стилистических ошибок и др.

## **2.2 Оценочные средства для итогового контроля по дисциплине**

2.2.1 Итоговый контроль по дисциплине осуществляется в виде зачета.

### **2.2.2 Методические рекомендации по проведению зачета**

Зачет является заключительным этапом изучения учебной дисциплины и ставится по итогам защит лабораторных занятий и ответов на контрольные вопросы во время занятий.

### **2.2.3 Критерии оценивания знаний студентов на зачете**

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если в ответах на контрольные вопросы верно изложено не менее 50 % материала и не допущено существенных неточностей, а также защищены все лабораторные работы;

оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части (более 50 %) программного материала и допускает существенные ошибки при ответах на контрольные вопросы, а также имеет не защищенные лабораторные работы.

Разработчик



В.П. Тен