

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Забайкальский государственный университет»  
(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Факультет технологии, транспорта и связи

Кафедра Технологии металлов и конструирования

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета

Лесков А.В.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.Б.14.Физические основы измерений и эталоны

на 180 часа(ов), 5 зачетных(ые) единиц(ы)

для направления подготовки (специальности) 27.03.01 – Стандартизация и метрология

составлена в соответствии с ФГОС ВО, утвержденным приказом  
Министерства образования и науки Российской Федерации от  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Профиль – Стандартизация и метрология (для набора 2014)

Форма обучения очная

## 1. Организационно-методический раздел

### 1.1 Цель и задачи дисциплины (модуля)

Цель изучения дисциплины:

Формирование теоретических знаний по проблемам изучения физических основ измерений и применения практических знаний в метрологии

Задачи изучения дисциплины:

1. Ознакомление с физическими величинами их классификацией, знакомство с основными производными величинами
2. Изучение закономерностей измерений, методов теории подобия и размерностей, различных измерительных систем, элементов современной физической картины мира.
3. Изучение проблем физико-технического обеспечения инженерных решений проблем измерений.
4. Изучение физических принципов создания современной эталонной базы с использованием различных физических явлений.

### 1.2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП

Изучение дисциплины «Физические основы измерений и эталоны» базируется на знаниях и умениях, полученных при изучении дисциплин «Математика», «Информатика», «Физика». Дисциплина «Физические основы измерений и эталоны» входит в состав базовой части дисциплин подготовки бакалавра по направлению 27.03.01 – «Стандартизация и метрология» и изучается на 1 и 2 курсе во 2 и 3 семестрах. Индекс дисциплины – Б1.Б14.

### 1.3. Объем дисциплины (модуля) с указанием трудоемкости всех видов учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы), 180 часов.

#### Очная форма

| Виды занятий                              | Распределение по семестрам |           | Всего часов |
|-------------------------------------------|----------------------------|-----------|-------------|
|                                           | 2 семестр                  | 3 семестр |             |
| Общая трудоемкость                        |                            |           | 180         |
| Аудиторные занятия, в т.ч.                | 36                         | 18        | 54          |
| лекционные (ЛК)                           | 18                         | 18        | 36          |
| практические (семинарские) (ПЗ, СЗ)       | 0                          | 0         | 0           |
| лабораторные (ЛР)                         | 18                         | 0         | 18          |
| Самостоятельная работа студентов (СРС)    | 36                         | 18        | 54          |
| Форма промежуточной аттестации в семестре | Экзамен                    | Экзамен   | 72          |

|                                                  |  |  |  |
|--------------------------------------------------|--|--|--|
| Курсовая работа<br>(курсовой проект) (КР,<br>КП) |  |  |  |
|--------------------------------------------------|--|--|--|

## 2. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

| Индекс компетенции | Содержание компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-3               | Способность выполнять работы по метрологическому обеспечению и техническому контролю, использовать современные методы измерений, контроля, испытаний и управления качеством                                                                                                                                                                           |
| ПК-4               | Способность определять номенклатуру измеряемых и контролируемых параметров продукции и технологических процессов, устанавливать оптимальные нормы точности измерений и достоверности контроля, выбирать средства измерений и контроля, разрабатывать локальные поверочные схемы и проводить поверку, калибровку, юстировку и ремонт средств измерений |

Планируемые результаты обучения по дисциплине для последовательного достижения уровней сформированности компетенций

| Результат обучения |                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать              | <p>Пороговый:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Физическое содержание процесса измерений, физические законы, лежащие в основе измерительных преобразований.</li> </ol>                                             |
|                    | <p>Стандартный:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Физические основы измерений.</li> <li>2. Систему воспроизведения единиц физических величин.</li> </ol>                                                           |
|                    | <p>Эталонный:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Физические основы измерений.</li> <li>2. Систему воспроизведения единиц физических величин.</li> <li>3. Принципы построения современной эталонной базы.</li> </ol> |
|                    | <p>Пороговый:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Анализировать физическое содержание процесса измерения с целью выбора наиболее рациональной схемы.</li> </ol>                                                      |

|         |                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь   | Стандартный:<br>1. Анализировать физическое содержание процесса измерения с целью выбора наиболее рациональной схемы.<br>2. Применять физические знания для обеспечения единства измерений.                                                              |
|         | Эталонный:<br>1. Анализировать физическое содержание процесса измерения с целью выбора наиболее рациональной схемы.<br>2. Применять физические знания для обеспечения единства измерений.<br>3. Определять номенклатуру измеряемых параметров продукции. |
| Владеть | Пороговый:<br>1. Навыками работы на контрольно-измерительном оборудовании.                                                                                                                                                                               |
|         | Стандартный:<br>1. Навыками работы на контрольно-измерительном оборудовании.<br>2. Навыками обработки экспериментальных данных.                                                                                                                          |
|         | Эталонный:<br>1. Навыками работы на сложном контрольно-измерительном оборудовании.<br>2. Навыками обработки экспериментальных данных.<br>3. Навыками оценки точности измерений.                                                                          |

### 3. Содержание дисциплины

#### 3.1. Разделы дисциплины и виды занятий

##### Очная форма

| Модуль | Номер раздела | Наименование раздела                                    | Всего часов | Аудиторные занятия |        |    | СРС |
|--------|---------------|---------------------------------------------------------|-------------|--------------------|--------|----|-----|
|        |               |                                                         |             | ЛК                 | ПЗ(СЗ) | ЛР |     |
| 1      | 1             | Введение в дисциплину.                                  | 10          | 2                  | 0      | 4  | 4   |
|        | 2             | Физические величины и единицы их измерения.             | 16          | 4                  | 0      | 4  | 8   |
|        | 3             | Элементы теории размерностей.                           | 10          | 2                  | 0      | 0  | 8   |
|        | 4             | Элементы теории измерений.                              | 16          | 4                  | 0      | 4  | 8   |
|        | 5             | Элементы теории построения средств измерений.           | 20          | 6                  | 0      | 6  | 8   |
| 2      | 6             | Передача, хранение, воспроизведение физических. величин | 36          | 18                 | 0      | 0  | 18  |
| Итого  |               |                                                         | 108         | 36                 | 0      | 18 | 54  |

### 3.2. Лекционные занятия

#### Очная форма

| Модуль | Номер раздела | Содержание лекционных занятий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1      | 1             | Предмет, задачи и содержание дисциплины. Роль и место измерений и измерительной техники в системе естественных наук. Пределы измерений основных физических величин в науке и технике.                                                                                                                                                                                                              |
|        | 2             | Физические величины как меры свойств объектов и явлений материального мира. Единицы физических величин.<br><br>Фундаментальные физические константы и их использование при выборе единиц физических величин.                                                                                                                                                                                       |
|        | 3             | Размерность физических величин. Основные понятия теории размерностей. Анализ размерностей физических величин. П-теорема. Подобные системы. Критерии подобия.                                                                                                                                                                                                                                       |
|        | 4             | Общая характеристика понятия "измерение". Блок-схема процесса измерения.<br><br>Измерение как физический процесс. Методы измерений как методы сравнения с мерой.                                                                                                                                                                                                                                   |
|        | 5             | Измерительные преобразования физических величин. Классификация измерительных преобразователей.<br><br>Статические характеристики и статические погрешности средств измерений. Характеристики воздействия (влияния) окружающей среды и объектов на средства измерений.<br><br>Полосы и интервалы неопределённости чувствительности средств измерений. Полный и рабочий диапазоны средств измерений. |

|   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2 | 6 | <p>Условия необходимые для обеспечения единства измерений. Эталон. Поверочная схема. Эталонная база России.</p> <p>Единица длины в системе СИ, первоначальное определение метра. Средства измерения длины. Оптические методы измерения длины, интерферометры, лазеры (He-NE). Структура государственного первичного эталона длины.</p> <p>Единица массы в системе СИ, понятие инертной и гравитационной массы. Государственный первичный эталон массы. Весы и взвешивание. Единица количества вещества в СИ. Измерение числа Авагадро.</p> <p>Понятие термодинамической шкалы температур. Тройная точка воды. Шкала Кельвина. Единица температуры в системе СИ. Государственный первичный эталон температуры.</p> <p>Единица времени в системе СИ. Государственный первичный эталон единиц времени, частоты и национальной шкалы времени.</p> <p>Кривая видимости человеческого глаза. Единица силы света в СИ. Связь между энергетическими и фотометрическими величинами. Состав и метрологические характеристики государственного эталона силы света.</p> <p>Единица силы тока в системе СИ. Принцип действия токовых весов. Государственный первичный эталон единицы силы постоянного электрического тока.</p> <p>Государственный первичный эталон единицы давления для области избыточных давлений. Государственный специальный эталон единицы давления для разности давлений.</p> <p>Государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для измерения плоского угла.</p> |
|---|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### 3.3. Практические (семинарские) занятия

### 3.4. Лабораторные занятия

#### Очная форма

| Модуль | Номер раздела | Содержание лабораторных занятий |
|--------|---------------|---------------------------------|
| 1      | 2             | Основные понятия метрологии.    |
|        | 3             | Единицы величин.                |
|        |               |                                 |

|  |   |                          |
|--|---|--------------------------|
|  | 4 | Виды и методы измерений. |
|  | 5 | Средства измерений.      |

### 3.5. Организация самостоятельной работы

#### Очная форма

| Модуль | Номер раздела | Содержание материала выносимого на самостоятельное изучение                                                                                                         | Виды самостоятельной работы                                     |
|--------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 1      | 1             | Теоретические модели материальных объектов, явлений и процессов. Физические процессы. Математические процессы. Погрешности теоретических моделей.                   | подготовка к устному опросу и тестированию                      |
| 1      | 2             | Системы единиц и их эволюция. Главный принцип построения и конструирования систем единиц физических величин.                                                        | подготовка к устному опросу и тестированию                      |
|        |               | Классы систем единиц. Согласованные (когерентные) системы единиц. Внесистемные единицы, особенности выбора единиц.                                                  | подготовка к лабораторной и контрольной работам                 |
| 1      | 3             | Размерности физических величин. Размерные и безразмерные величины. Установление функциональных связей между физическими величинами путем сравнения их размерностей. | подготовка к тестированию и лабораторной работе                 |
| 1      | 4             | Отражение реального мира в результатах измерений. Классическая измерительная процедура: сравнение неизвестного размера с известным.                                 | подготовка к тестированию и лабораторной работе                 |
|        |               | Роль измерений и контроля в повышении качества продукции. Сходство и различия процедур измерения и контроля.                                                        | подготовка к тестированию и лабораторной работе                 |
| 1      | 5             | Измерение больших величин. Формулы статических погрешностей средств измерений.                                                                                      | подготовка к устному опросу, тестированию и лабораторной работе |
|        |               | Динамические погрешности средств измерений. Причины аддитивных погрешностей СИ.                                                                                     | подготовка к устному опросу, тестированию и лабораторной работе |

|   |   |                                                                                                                                  |                                                                             |
|---|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
|   |   | Причины мультипликативных погрешностей СИ.<br>“Старение” и нестабильность параметров СИ.<br>Нелинейность функции преобразования. | подготовка к<br>устному опросу,<br>тестированию и<br>лабораторной<br>работе |
| 2 | 6 | Эталон. Поверочная схема. Эталонная база России.                                                                                 | подготовка к<br>устному опросу и<br>тестированию                            |
|   |   | Государственный первичный эталон единицы длины ГЭТ2-2010.                                                                        | подготовка к<br>устному опросу и<br>тестированию                            |
|   |   | Государственный первичный эталон единицы массы ГЭТ3-2008.                                                                        | подготовка к<br>устному опросу и<br>тестированию                            |
|   |   | Государственный первичный эталон единицы температуры ГЭТ34-2007, ГЭТ35-2010.                                                     | подготовка к<br>устному опросу и<br>тестированию                            |
|   |   | Государственный первичный эталон единиц времени, частоты и национальной шкалы времени ГЭТ1-2012.                                 | подготовка к<br>устному опросу и<br>тестированию                            |
|   |   | Государственный первичный эталон единицы силы постоянного электрического тока ГЭТ4-91.                                           | подготовка к<br>устному опросу и<br>тестированию                            |
|   |   | Государственный первичный эталон единиц силы света и светового потока непрерывного излучения ГЭТ 5-2012.                         | подготовка к<br>устному опросу и<br>тестированию                            |

#### 4. Интерактивные формы образовательных технологий

| Модуль | Номер раздела | Вид учебных занятий | Образовательные технологии                                       | Количество часов |
|--------|---------------|---------------------|------------------------------------------------------------------|------------------|
| 1      | 1             | Лекционные занятия  | Интерактивная лекция с использованием мультимедийной технологии. | 2                |
| 1      | 2             | Лекционные занятия  | Интерактивная лекция с использованием мультимедийной технологии. | 2                |
| 1      | 4             | Лекционные занятия  | Интерактивная лекция с использованием мультимедийной технологии. | 2                |
| 1      | 5             | Лекционные занятия  | Интерактивная лекция с использованием мультимедийной технологии. | 2                |

|   |   |                      |                                                                  |   |
|---|---|----------------------|------------------------------------------------------------------|---|
| 2 | 6 | Лекционные занятия   | Интерактивная лекция с использованием мультимедийной технологии. | 2 |
| 1 | 2 | Лабораторные занятия | Работа в малых группах.                                          | 4 |
| 1 | 3 | Лабораторные занятия | Работа в малых группах.                                          | 4 |
| 1 | 4 | Лабораторные занятия | Работа в малых группах.                                          | 4 |
| 1 | 5 | Лабораторные занятия | Работа в малых группах.                                          | 4 |

## **5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

### Фонд оценочных средств

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **6.1. Основная литература**

#### **6.1.1. Печатные издания**

1. Анцыферов, Сергей Сергеевич.  
Общая теория измерений : учеб. пособие / Анцыферов Сергей Сергеевич, Голубь Борис Иванович; под ред. Н.Н. Евтихиева . - Москва : Горячая линия-Телеком, 2007. - 176 с. : ил. - ISBN 5-93517-271-2 : 495-00.
2. Теория измерений : учеб. пособие / Мурашкина Татьяна Ивановна [и др.]. - Москва : Высшая школа, 2007. - 151с. : ил. - ISBN 978-5-06-005700-3 : 286-00.
3. Афанасьев, Александр Александрович.  
Физические основы измерений : учебник / Афанасьев Александр Александрович, Погонин Анатолий Алексеевич, Схиртладзе Александр Георгиевич. - Москва : Академия, 2010. - 240с. - (Высшее профессиональное образование). - ISBN 978-5-7695-5999-0 : 306-90.

#### **6.1.2. Издания из ЭБС**

1. Мурашкина, Татьяна Ивановна.  
Метрология. Теория измерений : Учебник и практикум / Мурашкина Татьяна Ивановна; Мурашкина Т.И. - отв. ред. - 2-е изд. - М. : Издательство Юрайт, 2017. - 155. - (Бакалавр. Академический курс). - ISBN 978-5-534-01345-0 : 54.05.

### **6.2. Дополнительная литература**

#### **6.2.1. Печатные издания**

1. Раннев, Георгий Георгиевич.  
Методы и средства измерений : учебник / Раннев, Георгий Георгиевич, А. П. Тарасенко. - 6-е изд., стер. - Москва : Академия, 2010. - 336 с. - (Высшее профессиональное образование). - ISBN 978-5-7695-7075-9 : 397-10.
2. Казыкина, Светлана Михайловна.  
Основы метрологии, стандартизации и сертификации : учеб. пособие / Казыкина Светлана Михайловна, Иванова Галина Георгиевна. - Чита : ЧитГУ, 2009. - 140 с. - ISBN 978-5-9293-0401-9 : б/ц.

3. Метрология : учебник / под общ. ред. С.А. Зайцева. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Форум, 2011. - 464 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-91134-461-0 : 394-90.

### **6.2.2. Издания из ЭБС**

1. Рачков, Михаил Юрьевич.

Физические основы измерений : Учебное пособие / Рачков Михаил Юрьевич; Рачков М.Ю. - 2-е изд. - М. : Издательство Юрайт, 2017. - 175. - (Бакалавр. Академический курс). - ISBN 978-5-534-04279-5 : 60.61.

### **6.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

<https://www.biblio-online.ru/> Электронно-библиотечная система «Юрайт»;  
<http://www.studentlibrary.ru/> Электронно-библиотечная система «Консультант студента»;  
<https://elibrary.ru/> Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU;  
<http://listlib.narod.ru/> Библиотека технической литературы.

## **7. Перечень программного обеспечения**

Программное обеспечение общего назначения: ОС Microsoft Windows, Microsoft Office, ABBYY FineReader, ESET NOD32 Smart Security Business Edition, Foxit Reader, АИБС "МегаПро".

Программное обеспечение специального назначения:

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

672000, г.Чита ул. Кастринская, 1.

Ауд. 08-307 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Комплект учебной мебели .Доска учебная – меловая. Доска маркерная –магнитная комплект мобильного оборудования, который организован в виде мобильного передвижного многофункционального комплекса (устанавливается в аудитории по заявке преподавателя): ноутбук, мультимедийный проектор, экран.

Доступ к сети Интернет и обеспечение доступа в электронную информационно-образовательную среду организации

Ауд. 08-312 Лаборатория измерений. Учебная аудитория для проведения научно-исследовательской работы.

Головка измерительная рычажно-зубчатая ИГ-1

Индикатор ИРБ

Индикатор ИЧ-10

Индикатор многооборотный 2МИГ

Калибры гладкие

Калибры резьбовые

Линейка лекальная ЛД

Линейка поверочная ШД

Линейки измерительные металлические

Меры длины концевые плоскопараллельные

Меры угловые призматические

Микрометры типа МК

Набор принадлежностей к мерам длины концевым плоскопараллельным ПК-1

Набор щупов № 2

Нутромеры индикаторные НИ

Нутромеры микрометрические НМ

Нутромеры с ценой деления 0,001 и 0,002 мм

Призма П-2-1-1

Скобы с отсчетным устройством СР

Стойка СIII-M8-50  
Угломер модели 127  
Угольники поверочные 90° (УЛ, УП, УЦ )  
Уровень брусковый  
Шаблоны резьбовые М 60°  
Штангенглубиномер ШГ  
Штангензубомер с нониусом ШЗН-18  
Штангенрейсмас ШР  
Штангенциркуль ШЦ.

Ауд 08-310 Компьютерный класс факультета технологии транспорта и связи для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, лабораторных занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), проведение интернет-тестирования, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации; самостоятельной работы.

Компьютеры. Доска аудиторная – меловая. комплект мобильного оборудования, который организован в виде мобильного передвижного многофункционального комплекса (устанавливается в аудитории по заявке преподавателя): ноутбук, мультимедийный проектор, экран.

Доступ к сети Интернет и обеспечение доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

#### **9. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

В самостоятельной работе бакалавры руководствуются консультациями научного руководителя и содержанием дисциплины.

Разработчик/группа разработчиков: Гроховский Владлен Савельевич, доцент кафедры ТМиК

**Рассмотрена на заседании кафедры  
(протокол от 01.09.2017 г. № 1)**