

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_  
 (подпись) Матвеев П.В.  
 ФИО  
 «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИЗМЕРЕНИЙ, ЭТАЛОНЫ И ПЕРВИЧНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

Направление/специальность подготовки	12.03.01 Приборостроение
Специализация/профиль/программа подготовки	Технология приборостроения
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	О Естественнонаучный
Выпускающая кафедра	О2 ИНЖИНИРИНГ И МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА
Кафедра-разработчик рабочей программы	О2 ИНЖИНИРИНГ И МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
3	6	4	144	68	34	34	0	76	0	0	76	ЭКЗ.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

**12.03.01 Приборостроение**

год набора группы: 2024

Программу составили:

Кафедра О2 ИНЖИНИРИНГ И МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА  
Елисеева Ольга Анатольевна, к.т.н., доцент, доцент

\_\_\_\_\_

Кафедра О2 ИНЖИНИРИНГ И МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА  
Долгушев Игорь Дмитриевич, ассистент

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **О2 ИНЖИНИРИНГ И МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА**

Заведующий кафедрой Тимченко В.В., к.пед.н., доц.

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**О2 ИНЖИНИРИНГ И МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА**

Заведующий кафедрой Тимченко В.В., к.пед.н., доц.

\_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИЗМЕРЕНИЙ, ЭТАЛОНЫ И ПЕРВИЧНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ**

### **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

# 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПСК-2/23.1 — способность выбирать методы контроля и средства измерений для контроля качества выпускаемой продукции в соответствии с требованиями технической документации

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

## **ПСК-2/23.1**

*знания:*

Выработать представления о:

роли естественнонаучных дисциплин, математического анализа и моделирования в теоретических и экспериментальных исследованиях эмпирических объектов; научно-технических основ теории измерений;

основах теории единиц и принципов построения шкал физических величин;

уметь воспроизводить:

основные понятия и определения в области измерений физических величин, показатели, характеризующих качество средства и результата измерений.

Понимать:

физические принципы измерений физических величин;

методологию формулирования измерительной задачи;

существующие подходы в описании точности результата измерения.;;

*умения:*

Формулировать исследовательскую/измерительную задачи на основе анализа литературных, патентных и других источников информации,

планировать измерения с выбором соответствующих средств измерений,

оценивать требуемые характеристики точности средства измерений для конкретной измерительной задачи;

выполнять измерительные эксперименты;

представлять результаты исследований с описанием характеристик погрешности и неопределенности измерений.;;

*навыки:*

Применять НД и справочную литературу в области измерений физических величин и параметров процессов;

Организовывать проводить измерения и исследования по заданной методике;

Оформлять типовые отчеты по результатам экспериментальных исследований.;;

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИЗМЕРЕНИЙ, ЭТАЛОНЫ И ПЕРВИЧНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *12.03.01 Приборостроение*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ФИЗИКА, ОБЩАЯ ТЕОРИЯ ИЗМЕРЕНИЙ, ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОЛУЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА, МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства приборов и комплексов широкого назначения
- ОПК-3 — Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики методов и средств технических измерений в приборостроении
- ПСК-2/23.1 — Способен выбирать методы контроля и средства измерений для контроля качества выпускаемой продукции в соответствии с требованиями технической документации

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум		ПСК-2/23.1
3	6	<b>Раздел 1. Основные понятия теории измерений.</b> Введение в технику измерений. Понятие об измерении. Классификация физических величин. Классификация шкал. Основные свойства, характеризующие связи между объектами. Соответствия между терминами классической теории погрешности и концепции неопределенности. Виды измерений. Стадии и этапы решения измерительной задачи. Понятие о средстве измерений и преобразователе ФВ. Функция преобразования и градуировочная характеристика СИ. Статические и динамические характеристики СИ. Частотные и временные характеристики систем разного порядка. Виды и характеристики измерительных сигналов. Классификация измерительных сигналов. Математическое моделирование измерительных сигналов. Модуляция измерительного сигнала. Дискретизация. Кодирование. Помехи. Измерительные цепи. Схемы формирования и преобразования сигнала. Цепь генераторного преобразователя. Основные типы цепей параметрических преобразователей. Основные схемы преобразования измерительного сигнала. Согласование датчика с элементами измерительной цепи. Измерительная установка и измерительные информационные системы.	45	14	4	10	31	25
3	6	<b>Раздел 2. Методы измерений и преобразований физических величин.</b> Принципы и методы измерений физических величин. Эталонная база единиц ФВ. Стандартные образцы свойств веществ. Понятие времени (временных интервалов). Единицы измерения времени. Шкалы времени. Принципы измерения времени. Механические часы, кварцевые часы. Квантовые часы. Квантовые стандарты частоты. Эталон времени и частоты. Измерение состава веществ. Классификация методов аналитической химии. Стандартные образцы состава веществ. Хроматографические методы. Электрохимические методы. Спектрометрические методы. Методы термического анализа. Измерение линейных размеров, положений и перемещений. Эталон единицы длины. Классификация датчиков перемещений. Оптические методы. Метод отбрасывания тени. Метод триангуляции. Дифракционный метод. Интерференционный метод. Контактные методы. Резистивные, индукционные, магниторезистивные датчики. Емкостные датчики. Волновые методы измерения толщины. Вихревой и ультразвуковой методы. Контактные методы измерения линейных перемещений (деформаций). Тензорезисторные преобразователи. Емкостные преобразователи. Взаимоиндуктивные (дифференциально-трансформаторные) преобразователи. Магнитно-резистивные преобразователи. Материалы упругих элементов датчиков. Ферромагнитные сердечники. Измерение усилий, давления, внутренних напряжений: тензодатчики. Пьезоэлектрические преобразователи. Магнитоупругие преобразователи. Методы измерения избыточного давления. Методы измерения вакуума. Эталон силы. Методы измерения силы и напряжения. Пьезорезистивные преобразователи. Магнитоупругие преобразователи. Эталон давления, разницы давлений. Измерение температуры. МПШ 90. Эталон температуры и температурной шкалы. Проблема переопределения единицы температуры. Контактные методы измерения температуры. Термометры расширения. Термометры сопротивления. Термощумовые термометры. Пьезоэлектрические термометры. Акустические термометры. Емкостные термометры. Индуктивные термометры. Квантовые термометры. Пирометрические методы измерения температуры. Теоретические основы метода. Законы излучения АЧТ. Пирометрия полного излучения. Яркая пирометрия. Метод спектрального отношения. Измерение параметров переноса тепла. Измерение уровня жидких сред и сыпучих продуктов. Классификация уровнемеров. Визуальные уровнемеры. Поплавокные датчики. Буйковые уровнемеры. Гидростатические уровнемеры. Барботажные уровнемеры. Акустические, радарные преобразователи уровня. Кондуктометрические датчики. Вибрационные сигнализаторы. Емкостные, магнитострикционные, радиоизотопные уровнемеры. Измерение расхода жидких и газообразных сред. Основные характеристики потока жидкости и газа. Виды и характер движения жидкости (газа). Эталоны расхода жидкости и газа. Объемные методы измерения расхода. Расходомеры обтекания. Магнитоиндукционные, электромагнитные расходомеры. Расходомеры переменного перепада давления. Корреляционный метод. Тепловой метод. Ультразвуковой метод. Вихревой метод. Метод динамического напора. Измерение параметров вибрации. Источники вибраций. Влияние вибраций на человека. Параметры вибраций. Классификация вибраций. Графическое представление. Классификация вибропреобразователей. Типы вибрационных датчиков: индукционные емкостные, вихревые, пьезоэлектрические, оптические. Частотные характеристики вибродатчиков. Измерение характеристик электромагнитных излучений. Основные характеристики и классификация ЭМИ. Источники ЭМП. Эталоны электрических, магнитных и электромагнитных величин. Методы и средства контроля МП. Преобразователи, основанные на эффекте ЯМР. Преобразователи, основанные на эффекте Холла. Преобразователи на основе эффекта рекомбинации электронно-дырочных пар в полупроводнике. Эмиссионный метод. Детекторы прямого заряда. Тепловой метод. Электроизоляционные материалы датчиков. Измерение характеристик ионизирующих излучений. Эталон единиц ионизирующего излучения. Методы регистрации. Ионизационный метод. Ионизационные камеры. Газоразрядные счетчики. Вакуумные камеры. Сцинтилляционный метод. Полупроводниковые детекторы. Эмиссионные методы. Трековые детекторы. Методы исследования взаимодействия элементарных частиц.	73	41	24	17	32	50
3	6	<b>Раздел 3. Перспективы развития измерительной техники в современных технологиях.</b> Современные материалы датчиков. Электротехнические материалы. Металлические проводниковые материалы. Магнитные материалы. Электроизоляционные материалы. Полупроводниковые материалы. Микроэлектронные датчики. Интегральная технология. МЭМС датчики. Оптоволоконные датчики. Нанодатчики. Метрологическое обеспечение нанотехнологий. Современные методы исследования микроструктуры физических объектов. Электронная микроскопия.	26	13	6	7	13	25

	Электронная оптика. Методы просвечивающей электронной микроскопии. Взаимодействие электронного зонда с веществом. Растровая электронная микроскопия (РЭМ). Режимы РЭМ. Сканирующая зондовая микроскопия (СЗМ). Атомный силовой микроскоп. Атомный туннельный микроскоп. Сканирующий оптический микроскоп ближнего поля.						
<b>Всего за 6 семестр</b>		144	68	34	34	76	100
<b>Всего по дисциплине</b>		144	68	34	34	76	100

### 3.2. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Основные понятия теории измерений.	-	10
2	Раздел 2. Методы измерений и преобразований физических величин.	Исследование фотопреобразователя	5
3		Калибровка датчика на инженерном тренажере Quanser	4
4		Измерение физических параметров объекта с помощью системы сбора данных NI CompactDAQ	4
5		Пирометрические методы измерения теплофизических параметров объекта	4
6	Раздел 3. Перспективы развития измерительной техники в современных технологиях.	-	7
<b>Всего за 6 семестр</b>			34

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Основные понятия теории измерений.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 1 с использованием рекомендуемой литературы	31
2	Раздел 2. Методы измерений и преобразований физических величин.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 2 с использованием рекомендуемой литературы, работа в рамках курсовой работы	32
3	Раздел 3. Перспективы развития измерительной техники в современных технологиях.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 3 с использованием рекомендуемой литературы	13
<b>Всего за 6 семестр</b>			76

## 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР		НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
6			КПос	КПос, Отч. по ЛР, ЛР, Тест	КПос	ДР	КПос	КПос, ЛР, Отч. по ЛР	КПос	ДР	КПос, ЛР, Отч. по ЛР, Тест	КПос	КПос, ЛР	КПос	КПос, ЛР, Отч. по ЛР, Тест	ДР	Вопр. Экз, КПос

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- КПос – контроль посещаемости;
- ЛР – лабораторная работа;
- Отч. по ЛР – отчет по ЛР;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену;
- Тест – тест.

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- контроль посещаемости;
- лабораторная работа;
- отчет по ЛР;
- вопросы к экзамену;
- тест.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.



## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. И. Юлиш. . Первичные преобразователи. СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023, 27 экз.
2. В. И. Юлиш, В. Ш. Сулаберидзе. . Электромагнитные и оптические методы получения информации. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, 42 экз.
3. В. Ш. Сулаберидзе, В. И. Юлиш ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Физические основы измерений. Ч. 2 Эталоны и первичные преобразователи физических величин. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, эл. рес.
4. Дж. Фрайден. . Современные датчики. М.: Техносфера, 2005, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

1. Датчики и системы.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. Библиотека БГТУ "Военмех": <http://library.voenmeh.ru/jirbis2/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;  
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Лабораторные занятия:**

1. Аудитория с числом посадочных мест не меньше количества обучающихся;
2. Комплект преобразователей.

### **6.3. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИЗМЕРЕНИЙ, ЭТАЛОНЫ И ПЕРВИЧНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *12.03.01 Приборостроение*. Дисциплина реализуется на факультете О Естественнoнаучный БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой О2 ИНЖИНИРИНГ И МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:  
ПСК-2/23.1 способность выбирать методы контроля и средства измерений для контроля качества выпускаемой продукции в соответствии с требованиями технической документации.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с получением и передачей информации и основами метрологии.

Дисциплина **ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИЗМЕРЕНИЙ, ЭТАЛОНЫ И ПЕРВИЧНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *27.03.01 Стандартизация и метрология*. Дисциплина реализуется на факультете О Естественнoнаучный БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой О2 ИНЖИНИРИНГ И МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- контроль посещаемости;
- лабораторная работа;
- отчет по ЛР;
- вопросы к экзамену;
- тест.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), лабораторный практикум (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**76 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 76 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Основные понятия теории измерений.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 1 с использованием рекомендуемой литературы	В. Ш. Сулаберидзе, В. И. Юлиш ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Физические основы измерений. Ч. 2 Эталоны и первичные преобразователи физических величин: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (-)	31
Итого по разделу 1		31
<b>Раздел 2. Методы измерений и преобразований физических величин.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 2 с использованием рекомендуемой литературы, работа в рамках курсовой работы	В. И. Юлиш. . Первичные преобразователи: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (-) В. И. Юлиш, В. Ш. Сулаберидзе. . Электромагнитные и оптические методы получения информации: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (-) В. Ш. Сулаберидзе, В. И. Юлиш ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Физические основы измерений. Ч. 2 Эталоны и первичные преобразователи физических величин: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (-)	32
Итого по разделу 2		32
<b>Раздел 3. Перспективы развития измерительной техники в современных технологиях.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 3 с использованием рекомендуемой литературы	Дж. Фрайден. . Современные датчики: М.: Техносфера, 2005 (-)	13
Итого по разделу 3		13

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- контроль посещаемости;
- тест;
- лабораторная работа;
- отчет по ЛР;
- вопросы к экзамену;
- экзамен.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### Контроль посещаемости

Контроль посещаемости оценивается в баллах в соответствии с технологической картой дисциплины.

#### Тест

Тесты по разделам выложены на платформе Moodle и доступны студентам в соответствии с графиком раздела 4. Оцениваются в соответствии с технологической картой от 0 до 5 баллов. Тесты в форме диагностической работы и итоговый тест выложены на платформе Moodle и доступны студентам в соответствии с графиком раздела 4. Преподавателем оценивается последняя попытка. Итоговый тест доступен студенту при дистанционном обучении после прохождения курса. Количество попыток - одна. Тест оценивается оценкой "удовлетворительно", если студент получает выше 6 баллов по десятибалльной системе, оценкой "хорошо" если студент получает от 5 до 7 баллов и оценку "отлично", если студент получает выше 7 баллов.

#### Лабораторная работа

Студент допускается к выполнению ЛР при условии наличия у студента протокола по лабораторной работе в журнале лабораторных работ и по итогам собеседования с преподавателем. Протокол должен содержать название, цель работы, упрощенные схемы стендов, таблицы для заполнения данными, заготовки для построения графиков. При собеседовании студент должен четко представлять цель работы, последовательность реализации работы. По окончании работы студент предъявляет журнал с результатами преподавателю и получает его подпись.

#### Отчет по ЛР

Отчет оформляется на основании протокола о выполнении ЛР, содержит все необходимые расчеты и построенные графики, выводы по работе. Оформление отчета должно соответствовать требованиям к оформлению тестовых документов. Защита отчета проходит в форме ответов на вопросы преподавателя.

В случае если оформление отчета и поведение студента во время защиты соответствуют указанным требованиям, студент получает максимальное количество баллов (по пятибалльной системе).

Основаниями для снижения количества баллов в диапазоне от 1 до 2 являются:

- небрежное выполнение;
- низкое качество графического материала (неверный выбор масштаба чертежей, отсутствие указания единиц измерения на графиках),

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов;
- отсутствия необходимого графического материала;
- некорректной обработки результатов измерений.

### **Вопросы к экзамену**

Вопросы к экзамену составляются по пройденному материалу с учётом количества студентов. Работа с вопросами к экзамену описана в пункте "Экзамен".

Вопросы к экзамену:

1. Классификация физических величин, классификация шкал
2. Виды измерительных преобразователей, характеристики средств измерений
3. Виды измерительных сигналов, их графическое представление, передача измерительного сигнала по измерительной цепи
4. Хроматографические методы измерения состава вещества.
5. Методы спектрального анализа
6. Электрохимические методы анализа
7. Температурные шкалы, методы измерения температуры
8. Термометры расширения
9. Термометры сопротивления
10. Термопарные датчики температур
11. Акустические преобразователи температуры
12. Физические явления, лежащие в основе пирометрических методов измерения температуры.
13. Пирометры радиационные
14. Яркостные пирометры
15. Измерение цветовой температуры
16. Измерение расхода
17. Оптические методы измерения линейных размеров
18. Емкостные измерения линейных размеров
19. Индуктивные методы измерения линейных размеров
20. Методы измерения деформаций
21. Измерение уровня
22. Методы измерения давления
23. Тепловые методы измерения вакуума
24. Ионизационные методы измерения вакуума
25. Методы измерения магнитных, электрических и электромагнитных полей
26. Методы измерения ионизирующего излучения
27. Материалы современных датчиков
28. Интегральные датчики
29. Нанодатчики
30. Сравнительный анализ оптической и электронной микроскопии
31. Принцип действия РЭМ
32. Взаимодействие электронного зонда с веществом
33. Виды СЗМ
34. Принцип действия АСМ, СТМ
35. Сканирующий оптический микроскоп ближнего поля
36. Измерение параметров вибраций
37. Сравнение неопределенности и погрешности измерений
38. Виды погрешностей

### **Экзамен**

При очном экзамене: полный ответ на три основных вопроса и дополнительные вопросы - оценка 5, при неполном ответе на 3 основных вопроса - оценка 4, при неполном ответе на 2 основных вопроса - 3.

Количество основных вопросов: 38 (см. п. "Вопросы к экзамену")

Количество дополнительных вопросов: вариативное

Итоговое тестирование в ЭИОС Moodle проводится только при дистанционном обучении.

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум		ПСК-2/23.1	
3	6	Раздел 1. Основные понятия теории измерений.	45	14	4	10	31	25	Тест, Контроль посещаемости
3	6	Раздел 2. Методы измерений и преобразований физических величин.	73	41	24	17	32	50	Лабораторная работа, Отчет по ЛР, Тест, Контроль посещаемости
3	6	Раздел 3. Перспективы развития измерительной техники в современных технологиях.	26	13	6	7	13	25	Тест, Контроль посещаемости, Вопросы к экзамену
Всего за 6 семестр			144	68	34	34	76	100	
Всего по дисциплине			144	68	34	34	76	100	

## Критерии оценивания

### ПСК-2/23.1

- Вопросы открытого типа:*
- № 1 Для измерения магнитной индукции использован датчик Холла, характеристика преобразования которого имеет вид  **$U_{вых} = 0,019B + 3,008$** . Определите выходной сигнал датчика в отсутствии магнитного поля и чувствительность датчика.
  - № 2 Перечислите основные признаки нефизических величин
  - № 3 Какие свойства объектов описывает шкала отношений
  - № 4 Перечислите факторы от которых зависит сигнал вторичных электронов в растровом электронном микроскопе
  - № 5 Результат измерения напряжения мультиметром на диапазоне 20В – 3,85В. В паспорте цифрового прибора указан формула погрешности  $(0,005 U_{изм} + 1 \text{ мл. разр})$  Рассчитайте абсолютную погрешность измерения напряжения и запишите результат измерения
  - № 6 Сформулируйте основные недостатки визуальных уровнемеров
  - № 7 Самостоятельной шкалой температур, не зависящей от типа рабочего тела является \_\_\_\_\_
  - № 8 Перечислите физические процессы, температуры которых используются для реперных точек международной практической шкалы температур
  - № 9 Поясните принцип действия дилактометрического термометра
  - № 10 Какой процесс лежит в основе хроматографии
  - № 11 Какие квантовые эффекты используются в современном эталоне силы тока
  - № 12 Сформулируйте определение: вид средства измерений - это
- Вопросы закрытого типа:*
- № 1 Укажите какие из методов измерений являются одновременными
- замещения
- метод совпадения
- дифференциальный
- нулевой
- метод противопоставления
- № 2 Установите соответствие между характеристиками погрешности и характеристиками неопределённости
1. Систематическая погрешность
  2. Погрешность результата измерений
  3. Случайная погрешность
  4. Стандартное отклонение погрешности
- А. Неопределенность типа Б
- Б. Неопределенность результата измерений
- В. Неопределенность типа А
- Г. Стандартная неопределенность
- № 3 Выберите детекторы, позволяющие регистрировать энергию ионизирующей частицы



	камера Вильсона
	счетчик Гейгера-Мюллера
	искровая камера
	ионизационная камера
	пропорциональный счетчик
№ 4	калометрические детекторы Для регистрации треков частиц используются
	фотоэмульсия
	пузырьковые камеры
	искровые камеры
	калометрические детекторы
	ионизационная камера
№ 5	камеры Вильсона В сцинтилляционных счетчиках ионизирующего излучения используются физические эффекты
	разряд в газе
	люминесценция
	термоэлектронная эмиссия
	Эффект Зеемана
	вторичная электронная эмиссия
№ 6	фотоэффект Выберите тип микроскопии, позволяющий получить изображение
	1. С наилучшим разрешением
	2. С наибольшей глубиной резкости
	3. Наибольшим увеличением
	А. Оптический микроскоп
	Б. Просвечивающий электронный микроскоп
№ 7	Растровый электронный микроскоп По какому признаку осуществляется сепарация молекул аммиака в квантовом генераторе Скорости

	Массе
	Магнитному моменту
	Дипольному моменту
№ 8	Укажите тестовые сигналы, используемые для измерения динамических характеристик датчиков
	Гармонический
	Ступенчатый
	импульсный
№ 9	Укажите тип перечисленных ниже датчиков
	1. Генераторный
	2. Параметрический
	А. термопара
	Б. датчик Холла
	В. Термистор
	Г. Тесламетр
	Д. ГМРП (гальваномагниторекомбинационный) датчик
	Е. Фотодиод
	Ж. Пьезоэлектрический датчик
№ 10	Укажите метод измерения для соответствующих действий
	1. прямой
	2. косвенный
	А. измерение напряжения мультиметром
	Б. измерение магнитной индукции датчиком Холла
	В. измерение индукции тесламетром
	Г. Измерение температуры яркостным пирометром
	Д. Измерение удельного сопротивления
	Е. Измерение температуры ртутным термометром
№ 11	Укажите какими дифференциальными уравнениями описываются динамические характеристики перечисленных ниже датчиков
	1. Пьезоэлектрический акселерометр
	2. Терморезистор
	3. Магниторезистивный датчик
	А. Дифференциальное уравнение 0-го порядка

Б. Дифференциальное уравнение 1-го порядка  
В. Дифференциальное уравнение 2-го порядка  
№ 12 Какие шкалы времени относятся к атомным?

(TAI – Time Atomic International)

Всемирное координированное время UTC

УТО(Universal time 0)

Эфемеридное время ET

Универсальное UT1(Universal time 1)

GMT (Greenwich Mean Time)