

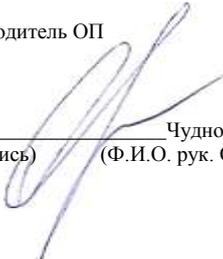


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

Согласовано

Руководитель ОП


Чуднова О.А.
(подпись) (Ф.И.О. рук. ОП)

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующая (ий) кафедрой
Инноватики, качества, стандартизации и сертификации


Шкарина Т.Ю.
(подпись) (Ф.И.О. зав. каф.)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«МЕТРОЛОГИЯ»

27.03.01 Стандартизация и метрология
профиль «Стандартизация и сертификация»
Очная форма подготовки

курс 2, 3 семестр 4, 5
лекции 72 часа
практические занятия 18 часов
лабораторные работы 54 часов
в том числе с использованием МАО лек. 10 /пр. - /лаб. 26 час.
всего часов аудиторной нагрузки 144 час.
в том числе с использованием МАО 36 час.
самостоятельная работа 72 час.
в том числе на подготовку к экзамену 54 час.
контрольные работы не предусмотрены
курсовая работа/курсовой проект 5 семестр
зачет — семестр
Экзамен 4, 5 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утвержденного приказом ректора от 10.03.2016 №12-13-391

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Инноватики, качества, стандартизации и сертификации _ протокол № 1 от «14» _ сентября 2017 г.

Заведующая кафедрой к.э.н., доцент Т.Ю. Шкарина
Составитель: д.м.н., профессор Шульгин Ю.П.

Оборотная сторона титульного листа РПУД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «_____» _____ 20____ № _____

Заведующий кафедрой _____ Т.Ю. Шкарина

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «_____» _____ 20____ № _____

Заведующий кафедрой _____ Т.Ю. Шкарина

АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«Метрология»

Дисциплина «Метрология» разработана для студентов, обучающихся по направлению подготовки 27.03.01 Стандартизация и метрология, профиль «Стандартизация и сертификация». Дисциплина входит в базовую часть Блока 1 Дисциплины (модули) учебного плана (индекс Б1.Б.21), реализуется на втором (4 семестр) и третьем курсах (5 семестр).

Трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (72 часа), лабораторные занятия (54 часа), практические занятия (18 часов) и самостоятельная работа студента (72 часа). Дисциплина реализуется на основе знаний, полученных в рамках реализации дисциплин «Стандартизация и сертификация», «Основы технического регулирования» и «Введение в профессию».

Цель: формирование компетенций в области изучения метрологического обеспечения, метрологического контроля и надзора, нацеленных на поддержание единства измерений.

Задачи:

- Изучить основы законодательной метрологии;
- Получить навыки разработки локальных поверочных схем по видам и средствам измерений, проведение поверки, калибровки, ремонта и юстировки средств измерений;
- Получить навыки по участию в разработке планов, программ и методик выполнения измерений, испытаний и контроля.

Для успешного изучения дисциплины «Метрология» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способностью и готовностью участвовать в организации работы по повышению научно-технических знаний, в развитии творческой инициативы, рационализаторской и изобретательской деятельности, во внедрении достиже-

ний отечественной и зарубежной науки, техники, в использовании передового опыта, обеспечивающих эффективную работу учреждения, предприятия (ОПК-2);

- владением иностранным языком в устной и письменной форме для осуществления межкультурной и иноязычной коммуникации (ОК-7);

- способностью участвовать в разработке проектов стандартов, методических и нормативных материалов, технической документации и в практической реализации разработанных проектов и программ, осуществлять контроль за соблюдением установленных требований, действующих норм, правил и стандартов (ПК-1);

- способностью участвовать в проведении сертификации продукции, технологических процессов, услуг, систем качества, производств и систем экологического управления предприятия (ПК-6);

- способностью осуществлять работы по подтверждению соответствия конкурентоспособности продукции, услуг и системы управления качеством (ПК-11);

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции:

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-3 способностью выполнять работы по метрологическому обеспечению и техническому контролю, использовать современные методы измерений, контроля, испытаний и управления качеством	Знает	Законодательные основы метрологии
	Умеет	Использовать современные методы измерений, контроля, испытаний и управления качеством
	Владеет	Способностью использовать нормативно-техническую документацию в области метрологического обеспечения, поверки и калибровки средств измерений
ПК-8 способностью участвовать в разработке планов, программ и методик выполнения измерений, испытаний и контроля, инструкций по эксплуатации оборудования и других текстовых инструментов, входящих в состав конструкторской и технологической документации	Знает	Особенности моделирования процессов и СИ, испытаний и контроля с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования
	Умеет	Моделировать процессы и средства измерений, испытаний и контроля с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования
	Владеет	Способностью применять методы моделирования процессов и средств измерений, испытаний

		и контроля с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования
ПК-10 - способностью участвовать в метрологическом обеспечении разработки производства, испытаний и эксплуатации продукции, работах по аккредитации в области обеспечения единства измерений	Знает	Способы изучения и анализа необходимой информации, технических данных, показателей и результатов работы, их обобщение и систематизацию, умеет проводить необходимые расчеты с использованием современных технических средств
	Умеет	Применять методы метрологического обеспечения разработки, производства, испытаний, эксплуатации и утилизации
	Владеет	Способностью применять методы сбора и анализа эмпирических данных с использованием ЭВМ

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Метрология» применяются следующие методы активного обучения: лекция-конференция, расчётно-графические работы, лабораторные работы.

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Раздел 1. ОБЪЕКТЫ ИЗМЕРЕНИЙ И ИХ МЕРЫ (5 часов)

Лекция 1. Измеряемые величины (2 часа)

Рассмотрена история измерений физических величин. Представлено обоснование разработки систем единиц физических величин. Обоснована необходимость законодательной метрологии. Рассмотрены основные, используемые на практике шкалы.

Лекция 2. Качественные и количественные характеристики измеряемых величин (3 часа)

Рассмотрена теория размерностей физических величин и применение ее основных положений на практике. Обоснованы различия в использовании метрологических шкал: порядка, реперной, интервалов и отношений. Приведены примеры использования перечисленных шкал на практике. Раскрыты методы получения производных единиц физических величин.

РАЗДЕЛ 2. ОСНОВЫ ТЕОРИИ ИЗМЕРЕНИЙ (34 часа)

Лекция 1. Основной постулат метрологии (4 часа)

Современное представление о процедуре отсчета при проведении измерений по шкале отношений в реальных условиях. Обоснование основного постулата метрологии, заключающегося в том, что отсчет является случайным числом. Способы представления результатов многократных измерений при использовании цифровых и аналоговых измерительных приборов

Лекция 2. Законы распределения вероятности и их числовые характеристики (6 часа)

Использование математического аппарата теории вероятности. Свойства плотности распределения и функции плотности распределения вероятности отсчета. Обоснование использования на практике числовых характеристик или моментов. Общее правило образования моментов и их расшифровка. Использование на практике основных моментов и их характеристика.

Лекция 3. Влияющие факторы (6 часа)

Обоснован учет следующих влияющих факторов: объекта измерения; субъекта (эксперта или экспериментатора); способа измерения; средства измерения; условий измерения. Рассмотрен учет каждого фактора на примере конкретных условий их учета. Приведены способы компенсации влияющих факторов или внесение поправок.

Лекция 4. Обнаружение и исключение ошибок (4 часа)

Рассмотрена надежность эргономической системы, в которую входят человек, окружающая среда, объект измерений и средства измерений. Приведены способы обнаружения ошибок при однократных и многократных измерениях. Обосновано правило трех сигм.

Лекция 5. Однократные измерения (6 часа)

Обоснована распространенность однократных измерений в быту, на производстве и торговле. Приведены условия выполнения однократных измерений. Рассмотрены пять распространенных видов априорной информации, необходи-

мой при выполнении однократных измерений. Приведены алгоритмы представления данных в различных случаях.

Лекция 6. Многократные измерения (8 часа)

Приведены условия выполнения многократных измерений. Обосновано повышение точности при многократных измерениях. На конкретных примерах рассмотрен алгоритм обработки массива данных при равноточных измерениях.

РАЗДЕЛ 3. ОСНОВЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕТРОЛОГИИ И ОРГАНИЗАЦИИ МО (33 часов)

Лекция 1. Основные представления теоретической метрологии (6 часа)

Классификация величин – реальные, идеальные, вещественные, энергетические и характеризующие протекание процессов во времени. Проявление свойств по Н.Р. Кемпбеллу. Отношения эквивалентности, порядка и аддитивности. Понятия счета, величины физической величины, контроля, единицы физической величины и процесса измерения.

Лекция 2. Разновидности измерений (5 часа)

Измерения, основанные на использовании органов чувств человека, использование шкалы отношений. Способ попарного сопоставления и представление результатов измерений при этом. Особенности экспертного и инструментальных методов измерений. Различия в индикаторах и средствах измерений. Процесс градуировки шкалы средств измерений при их производстве и виды средств измерений.

Лекция 3. Критерии качества измерений (6 часа)

Характеристика качества измерений в соответствии с РМГ 76-2004 – точность, правильность, повторяемость и прецизионность результатов измерений. Понятие неопределенности результатов измерений и связанные с ней величины. Способы представления результатов измерений при использовании понятия неопределенности.

Лекция 4. Государственная система ОЕИ (6 часа)

Понятие обеспечения единства измерений, принципы обеспечения единства измерений. Законодательная и нормативная базы, обеспечивающие проведение работ по измерению физических и нефизических величин. Порядок аккредитации метрологических служб юридических лиц на право поверки средств измерений. Поверка средств измерений и ее виды. Способы определения периодичности поверки средств измерений. Калибровка средств измерений, Российская система калибровки.

Лекция 5. Показатели точности измерений (5 часа)

Формы представления результатов измерений, характеристики погрешности измерений и формы их представления для различных случаев в соответствии с МИ 1317-2004. Основная задача измерений. Роль физической модели объекта измерений. Методика расчета границ интервала, в котором находится погрешность измерений (ее составляющая) с заданной вероятностью, меньшей единицы, по среднему квадратическому отклонению погрешности измерений (ее составляющей).

ЛЕКЦИЯ 6. Требования к помещениям по поверке, ремонту и изготовлению средств измерений (5 часа)

Регистрация предприятий и организаций на право поверки, ремонта и изготовления средств измерений. Поверительные клейма, правила их хранения и использования. Ремонтно-техническое обслуживание средств измерений – профилактические мероприятия, текущий, средний и капитальный ремонт средств измерений. Требования к помещениям производственных и поверочных подразделений МС предприятий и организаций и их оборудование.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия (18 часов)

ПР 1. Измерение размеров изделия абсолютным методом (4 час.)

Порядок выполнения работы

1. Выполнить в журнале эскиз заданной детали.

2. Занести в журнал чертежные размеры измеряемых поверхностей. По таблицам допусков ГОСТ 25346-89 определить предельные отклонения проверяемых размеров, указать их на эскизе детали и подсчитать предельные размеры.

3. Ознакомиться с имеющимся инструментом и занести в журнал его характеристики.

4. В зависимости от заданной точности поверхности и допустимой погрешности измерения приборов подобрать для каждой измеряемой поверхности инструмент (погрешность измерения не должна превышать 20...35 % допуска на размер поверхности).

5. Произвести измерение всех заданных поверхностей. Для самой точной поверхности произвести измерение в трех сечениях в двух взаимно перпендикулярных направлениях, для остальных – по одному сечению в двух направлениях.

6. Дать заключение о годности по каждой измеряемой поверхности. Определить наибольшие отклонения от правильной геометрической формы для самой точной из поверхностей.

ПР 2. Измерение наружных поверхностей относительным методом

(4 час.)

Порядок выполнения работы

1. Выполнить в журнале эскиз заданной детали.

2. В соответствующую графу журнала внести чертежные размеры. По ГОСТ 25346-89 определить предельные отклонения, проставить их на эскизе рядом с обозначением поля допуска, подсчитать предельные размеры и занести их в таблицу.

3. Ознакомиться с имеющимся инструментом и занести в журнал его технические характеристики.

4. Установить рычажную скобу на нуль. Установку выполнять по блоку

концевых мер длины (плиток). Размер блока подобрать так, чтобы были выдержаны следующие условия:

- количество плиток должно быть минимальным (не более трех);
- отклонения стрелки при измерениях детали должно укладываться в пределы показаний шкалы скобы, т.е. разность размеров блока и проверяемой поверхности не должна превышать пределов измерения по шкале прибора.

5. Определить действительные размеры и наибольшие отклонения геометрической формы измеренных поверхностей. Действительный размер при относительном методе измерения равен размеру блока плиток плюс показания по шкале рычажной скобы. Сравнить действительные размеры с предельными, найденными по ГОСТ. Дать заключение о годности по каждой измеряемой поверхности.

ПР 3. Измерение радиального биения детали (5 час.)

Порядок выполнения работы

1. Выполнить в журнале эскиз заданной детали.
2. Проставить на эскизе значения радиального биения относительно оси центров и оси базовой поверхности.
3. Ознакомиться с имеющимся инструментом и занести в журнал его технические характеристики.
4. Определить радиальное биение наружной цилиндрической поверхности:
5. Сравнить действительные значения радиального биения с чертежными. Дать заключение о годности.

ПР 4. Измерение межосевого расстояния отверстий в детали типа «фланец» с помощью штангенциркуля (5 час.)

Порядок выполнения работы

1. Выполнить в журнале эскиз заданной детали.

2. Занести в журнал чертежный размер измеряемого межосевого расстояния. По таблицам допусков ГОСТ 25346-89 определить предельные отклонения проверяемого размера, указать их на эскизе детали и подсчитать предельные размеры.

3. Ознакомиться с имеющимся инструментом и занести в журнал его характеристики.

4. Используя верхние губки штангенциркуля, измерить диаметры отверстий 1 и 3. Затем нижними губками штангенциркуля измерить расстояние между кромками отверстий 1 и 3.

5. Вычислить расстояние между осями отверстий как:

$$D = L_{1-3} + \frac{D_1 + D_3}{2}$$

6. Произвести аналогичные измерения для отверстий 2 и 4.

7. Вычислить среднее значение межосевого расстояния и занести его в журнал. Сравнить действительное значение межосевого расстояния с предельными размерами, найденными по ГОСТ. Дать заключение о годности размера.

Лабораторные работы (54 часа)

ЛР 1. Настройка и регулировка аналитических весов ВЛР-200г (13,5 часов)

Цель занятия: Практическое освоение методов регулировки и настройки аналитических весов ВЛР-200 г.

Задачи лабораторной работы

1. Изучить устройство и принцип работы аналитических весов 2 класса – ВЛР-200 г.
2. Изучить условия размещения и правила монтажа весов в лабораторных помещениях.
3. Изучить правила подготовки весов к эксплуатации.
4. Ознакомление с порядком работы на весах ВЛР-200 и их техническое обслуживание.

ЛР 2. Калибровка бюретки (13,5 часов)

Цель занятия: Практическое освоение способов калибровки бюреток.

Задачи лабораторной работы:

1. Провести калибровку бюретки;
2. При необходимости составить таблицу поправок бюретки для последующей работы.

ЛР 3. Определение ускорения свободного падения (13,5 часов)

Цель работы: определение ускорения свободного падения с использованием математического маятника.

Задачи лабораторной работы:

1. Определить ускорение свободного падения для четырех значений длины маятника;
2. Объясните изменения ускорения свободного падения с уменьшением длины маятника;
3. Обосновать степень зависимости периода T от амплитуды колебания маятника.

ЛР 4. Определение размеров простейших (13,5 часов)

Цель занятия: Калибровка микроскопа с использованием объект- и окуляр-микрометра. Определение длины и ширины простейших.

Задачи лабораторной работы:

1. Измерить значения длины и ширины 50-100 экз. простейших *Tetrachymena pyriformis*.
2. Ранжировать полученные данные и представить результаты в табличной форме. В процессе ранжирования необходимо адекватно округлить полученные результаты.
3. Обработать полученные данные с использованием математического аппарата теории вероятности и представить интервалы, которые с достаточной степенью вероятности можно приписать длине и ширине простейших *Tetrachymena pyriformis*.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Метрология» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Объекты измерений и их меры	ПК-3	Знает	УО-1-4	УО-1-3
			Умеет	УО-1-4	УО-1-3
			Владеет	УО-1-4	УО-1-3
2	Основы теории измерений	ПК-3	Знает	ОУ-1-3	ОУ-1, 2
			Умеет	УО-1-3	УО-1, 2
			Владеет	УО-1-3	УО-1, 2
3	Основы теоретической метрологии и организации МО	ПК-3 ПК-8	Знает	УО-1-3	УО-1, 2
			Умеет	УО-1-3	УО-1, 2
			Владеет	УО-1-3	УО-1, 2
4	Практические занятия 1-4	ПК-3 ПК-8 ПК-10	Знает	УО-3	УО-1, 3, 4
			Умеет	УО-3	УО-1, 3, 4
			Владеет	УО-3	УО-1, 3, 4
5	Лабораторные работы 1-4	ПК-3 ПК-8 ПК-10	Знает	УО-3	УО-1, 3, 4
			Умеет	УО-3	УО-1, 3, 4
			Владеет	УО-3	УО-1, 3, 4

Описание оценочных средств

УО-1 – Собеседование

Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

УО-2 – Тестирование

Средство контроля организованное так, что обучаемый отмечает правильные ответы (один из четырех ответов является правильным) в предложенном ему тестовом задании. Оценка результатов тестирования осуществляется по общепринятым в ДВФУ критериям.

УО-3 – Доклад, сообщение

Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы

УО-4 – Круглый стол, дискуссия, полемика, диспут, дебаты

Оценочные средства, позволяющие включить обучающихся в процесс обсуждения спорного вопроса, проблемы и оценить их умение аргументировать собственную точку зрения.

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(электронные и печатные издания)

- 1) Метрология, стандартизация и сертификация: Учебное пособие/Дехтярь Г. М. - М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 154 с.: ISBN 978-5-905554-44-5 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/537788>
- 2) Сагалович С.Я. Метрология, стандартизация, сертификация [Электронный ресурс] : практикум / С.Я. Сагалович, Т.Н. Андрюхина, Л.П. Ситкина. — Электрон.текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2016. — 108 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/54495.html>
- 3) Метрология, стандартизация и сертификация. Технические измерения [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / В.Е. Гордиенко [и др.]. — Электрон.текстовые данные. — СПб. : Санкт-Петербургский государ-

ственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 148 с. — 978-5-9227-0654-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/74337.html>

Дополнительная литература (печатные и электронные издания)

1. Шелепаев А.Г. Метрология [Электронный ресурс]: учебное пособие / Шелепаев А.Г. – Электрон.текстовые данные. – Новосибирск: Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), 2014. – 109 с. – Режим доступа. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/68791.html>. – ЭБС «IPRbooks»
2. Пономарев С.В., Шишкина Г.В., Мозгова Г.В. Метрология, стандартизация, сертификация.учебник для вузов. – Тамбов: Издательство ТГТУ, 2010. – 96 с. – Режим доступа. – URL:<http://window.edu.ru/resource/174/73174>
3. Ушаков И.Е., Шишкин И.Ф. Прикладная метрология: учебник для вузов. Изд. 4-е, перераб. и доп. – СПб.: СЗТУ, 2002. – 116 с. – Режим доступа. – URL:<http://window.edu.ru/resource/227/25227>
4. Ширялкин А.Ф. Стандартизация и техническое регулирование в аспекте качества продукции: учебное пособие. – Ульяновск: УлГТУ, 2006. – 196 с. – Режим доступа. – URL:<http://window.edu.ru/resource/228/45228>

Нормативно-правовые материалы

1. Федеральный закон «О техническом регулировании». – 2002 г. – Режим доступа. – URL: <http://www.consultant.ru/popular/techreg/>
2. Федеральный закон «Об обеспечении единства измерений». – 2008 г. – Режим доступа. – URL: <http://rg.ru/2008/07/02/izmereniya-dok.html>
3. Федеральный закон «О защите прав потребителей». – 1992 г. – Режим доступа. – URL: <http://www.consultant.ru/popular/consumerism/>

4. ГОСТ 25346-89 Основные нормы взаимозаменяемости. ЕСДП. Общие положения, ряды допусков и основных отклонений – Режим доступа. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200005264>

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины осуществляется с использованием лекций, практических занятий и лабораторных работ с разбором конкретных ситуаций, формирование навыков самостоятельной работы по получению и обобщению требуемой информации с контролем в виде опросов, семинаров-обсуждений, просмотр учебных фильмов, презентации PowerPoint с заданными темами обзоров.

Пояснения к формам работы:

1. По мере накопления теоретического материала и его закрепления на практике, лекционные занятия переводятся в форму активного диалога с обучающимися с целью выработки суждений по изучаемой проблеме, что позволяет закрепить пройденный материал и выработать понимание места исследуемой проблемы как в рамках данной дисциплины, так и в рамках общих компетенций бакалавра.

2. Все практические занятия сформированы на фактическом материале, взятом из исследований студентов старших курсов в рамках прохождения практик и написания ими выпускных квалификационных работ, из литературных источников, с целью демонстрации возможностей исследуемого аппарата.

Конспект лекций представлен в виде развернутого плана лекций, соответствующего структуре и содержанию дисциплины «Средства и методы в управлении качеством» определенной в РПУД в соответствии с требованиями ГОС ВПО, по основным моментам приложены презентации лекций. С полным курсом лекций (теоретической частью дисциплины) можно ознакомиться по средствам изучения рекомендованной данным УМКД литературы (учебники, учебные пособия и пр.).

Лекция 1. Измеряемые величины

Рассмотрена история измерений физических величин. Представлено обоснование разработки систем единиц физических величин. Обоснована необходимость законодательной метрологии. Приведен анализ качественных и количественных характеристик измеряемых величин. Рассмотрены основные, используемые на практике шкалы.

Лекция 2. Основной постулат метрологии

Современное представление о процедуре отсчета при проведении измерений по шкале отношений в реальных условиях. Обоснование основного постулата метрологии, заключающегося в том, что отсчет является случайным числом. Способы представления результатов многократных измерений при использовании цифровых и аналоговых измерительных приборов

Лекция 3. Законы распределения вероятности и их числовые характеристики

Использование математического аппарата теории вероятности. Свойства плотности распределения и функции плотности распределения вероятности отсчета. Обоснование использования на практике числовых характеристик или моментов. Общее правило образования моментов и их расшифровка. Использование на практике основных моментов и их характеристика.

Лекция 4. Влияющие факторы

Обоснован учет следующих влияющих факторов: объекта измерения; субъекта (эксперта или экспериментатора); способа измерения; средства измерения; условий измерения. Рассмотрен учет каждого фактора на примере конкретных условий их учета. Приведены способы компенсации влияющих факторов или внесение поправок.

Лекция 6. Обнаружение и исключение ошибок

Рассмотрена надежность эргономической системы, в которую входят человек, окружающая среда, объект измерений и средства измерений. Приведены способы обнаружения ошибок при однократных и многократных измерениях. Обосновано правило трех сигм.

Лекция 7. Однократные измерения

Обоснована распространенность однократных измерений в быту, на производстве и торговле. Приведены условия выполнения однократных измерений. Рассмотрены пять распространенных видов априорной информации, необходимой при выполнении однократных измерений. Приведены алгоритмы представления данных в различных случаях.

Лекция 8. Многократные измерения

Приведены условия выполнения многократных измерений. Обосновано повышение точности при многократных измерениях. На конкретных примерах рассмотрен алгоритм обработки массива данных при равноточных измерениях.

Лекция 9. Основные представления теоретической метрологии

Классификация величин – реальные, идеальные, вещественные, энергетические и характеризующие протекание процессов во времени. Проявление свойств по Н.Р. Кемпбеллу. Отношения эквивалентности, порядка и аддитивности. Понятия счета, величины физической величины, контроля, единицы физической величины и процесса измерения.

Лекция 10. Разновидности измерений

Измерения, основанные на использовании органов чувств человека, использование шкалы отношений. Способ попарного сопоставления и представление результатов измерений при этом. Особенности экспертного и инструментальных методов измерений. Различия в индикаторах и средствах измерений. Процесс градуировки шкалы средств измерений при их производстве и виды средств измерений.

Лекция 11. Критерии качества измерений

Характеристика качества измерений в соответствии с РМГ 76-2004 – точность, правильность, повторяемость и прецизионность результатов измерений. Понятие неопределенности результатов измерений и связанные с ней величины. Способы представления результатов измерений при использовании понятия неопределенности.

Лекция 12. Государственная система ОЕИ

Понятие обеспечения единства измерений, принципы обеспечения единства измерений. Законодательная и нормативная базы, обеспечивающие проведение работ по измерению физических и нефизических величин. Порядок аккредитации метрологических служб юридических лиц на право поверки средств измерений. Поверка средств измерений и ее виды. Способы определения периодичности поверки средств измерений. Калибровка средств измерений, Российская система калибровки.

Лекция 13. Показатели точности измерений

Формы представления результатов измерений, характеристики погрешности измерений и формы их представления для различных случаев в соответствии с МИ 1317-2004. Основная задача измерений. Роль физической модели объекта измерений. Методика расчета границ интервала, в котором находится погрешность измерений (ее составляющая) с заданной вероятностью, меньшей единицы, по среднему квадратическому отклонению погрешности измерений (ее составляющей).

ЛЕКЦИЯ 14. Требования к помещениям по поверке, ремонту и изготовлению средств измерений

Регистрация предприятий и организаций на право поверки, ремонта и изготовления средств измерений. Поверительные клейма, правила их хранения и использования. Ремонтно-техническое обслуживание средств измерений – профилактические мероприятия, текущий, средний и капитальный ремонт средств измерений. Требования к помещениям производственных и поверочных подразделений МС предприятий и организаций и их оборудование.

Материалы лабораторных и практических занятий представляют собой комплекс заданий, упражнений, деловых игр, тренингов, способствующих развитию практических умений и навыков. Основная цель – помочь студентам лучше усвоить, систематизировать и закрепить пройденный материал, приобрести умения и практические навыки, обучиться способам и методам использования теоретических знаний в конкретных условиях. Комплекс заданий направлен на усвоение пройденного теоретического курса. Структура практикума от-

ражает последовательность изложения материала, принятую в учебной программе

ЛР 1. Настройка и регулировка аналитических весов ВЛР-200г

1. Калибровка весов и проверка соответствия их метрологических характеристик нормируемым значениям

ЛР 2. Калибровка бюретки

1. Калибровка бюретки весовым методом, составление таблицы значений поправок по результатам исследований

ЛР 3. Определение ускорения свободного падения

1. Использование математического маятника, как инструмента определения ускорения свободного падения при косвенных измерениях. Расчёт неопределенности значений измеряемой величины

ЛР 4. Определение размеров простейших

1. Калибровка микроскопа с использованием объект и окуляр микрометра. Определение длины и ширины микроорганизмов

ПР1. Измерение размеров изделия абсолютным методом

1. Изучение характеристик измерительных инструментов. Определение параметров вала

ПР2 Измерение наружных поверхностей относительным методом

1. Изучения принципов замера параметров изделия с использование измерительной скобы. Определение параметров вала

ПР3 Измерение радиального биения детали

Определение параметров биения вала с использованием центров, направляющих призм и индикаторных головок.

ПР 4. Измерение межосевого расстояния отверстий в детали типа «фланец» с помощью штангенциркуля

Определение параметров и размеров фланца с использованием аналогового и электронного штангенциркуля и определение параметров фланца на соответствие нормативным требованиям.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лаборатория метрологии расположена в корпусе Е инженерной школы ДВФУ и расположена в ауд. Е645 и включает в себя:

1. Помещение, оснащенное 21 посадочным местом (столы лабораторные), в т.ч. имеется пять компьютеров Intel®Core™ 2DualCPU 08300 2,50 GHz/230 Gb и один компьютер преподавателя;
2. С целью демонстрации презентаций и видеоматериала помещение оборудовано плазменной панелью LG 42PG200R-R – 1 шт., передвижным экраном – 1 шт., и проектором Sanyo PROxtraxmultiverseprojectorPLCXU75 – 1 шт.;
3. Имеется передвижная доска, предназначенная для написания текстов маркером и мелом;
4. Для обеспечения лабораторных и практических занятий имеется следующее оборудование: весы ВЛР-200г – 2 шт. (обеспечивают получение навыков в калибровке и регулировке весового оборудования, а также определение их метрологических характеристик);
5. С целью обеспечения элементарного анализа проб химических растворов и определения фактического содержания их в образце – Spectroscan X-ray fluorescence spectrometer – 1 шт.;
6. При проведении практических занятий с целью получения навыков работы с измерительным оборудованием лаборатория оснащена – призмой поворачиваемой П1-2 – 3 шт., стойкой 15СТ-М – 1 шт., индикатором ИЧ-10-0,01 – 3 шт., прибором ПБ-250-М – 1 шт., скобой измерительной СР-25 – 1 шт., мерами длины концевыми плоскопараллельными КМ-2 – 1 шт., микрометром МК 0-25 1 кл. – 1 шт., микрометром рычажным 02002 0-25-0,001 мм – 1 шт., штангенциркулем ШЦ-1-150-0,05 – 1 шт., штангенциркулем ШЦ-1-250-0,1 – 1 шт., линейкой синусной ЛС-100x80 – 1 шт.;
7. Для проведения измерений размеров микроорганизмов имеются: фазово-контрастное устройство КФ-4 – 1 шт., микроскоп бинокулярный Микмед-5 – 1 шт.;

8. С целью определения качества обработки поверхностей металло- и других изделий имеется абортаторный комплекс «Автоматизированный стенд для измерения шероховатости» – 1 шт.

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ
по дисциплине «Метрология»
Направление подготовки 27.03.01 Стандартизация и метрология
профиль «Стандартизация и сертификация»
Очная форма подготовки**

**Владивосток
2016**

Одна из негативных сторон при самостоятельной работе студентов – скачивание готовых текстов из интернета. Для того чтобы снизить порок скачивания и повысить эффективность подготовки студентов в данном УМКД сформулированы задания, таким образом, что студентам даже необходимо собирать информацию как из Интернета, так и пользуясь нормативной документацией. Обучающемуся необходимо подготавливаться для работ, как на практиках, так и на лекционных занятиях. Самостоятельная работа организована в следующих направлениях: 1) Подготовка конспекта вопросов входящих в экзаменационные вопросы и не рассматриваемых на аудиторных занятиях; 2) Подготовка Реферат-докладов с презентацией PowerPoint, с последующим обсуждением на консультациях; 3) В виде домашних задач, для закрепления изученного практического материала. При этом задачи представляют собой практические ситуационные задачи с заранее сформулированными условиями. Виды самостоятельной работы представлены: Перечнем(таблица)примерных вариантов практических заданий и МУ «Средства и методы управления качеством: методические указания по проведению практических занятий и выполнению самостоятельной работы для студентов очной и заочной форм обучения специальности 220501 «Управление качеством».

**Перечень самостоятельной работы студентов.
Оценочные средства для текущего контроля успеваемости,
промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины (18 час)**

Таблица 1 – Перечень самостоятельной работы обучающегося

Наименование самостоятельной работы	Наименование теоретического раздела (практического занятия), к которому относится самостоятельная работа	Рекомендуемое количество часов	Методическое обеспечение или рекомендуемые информационные источники	Вид отчетности
1	2	3	4	5
1 Вероятностное описание погрешностей. Понятие центра распределения. Основные законы распределения и их классификация	P.1, T.2.1	3	В соответствии с представленным основным и дополнительным списками литературы, информация в журнале «Законодательная метрология»,	Реферат, доклад

Наименование самостоятельной работы	Наименование теоретического раздела (практического занятия), к которому относится самостоятельная работа	Рекомендуемое количество часов	Методическое обеспечение или рекомендуемые информационные источники	Вид отчетности
1	2	3	4	5
			статьи в Internet	
2 Обработка результатов измерения. Прямые многократные измерения. Идентификация формы распределения результатов измерений	Р.1, Т.2.3	3	«—»	Реферат, доклад
3 Погрешности измерений. Истинные и действительные значения измеряемой величины. Погрешности, как случайный процесс. Математические модели погрешностей	Р.1, Т.2.3	3	«—»	Реферат, доклад
4 Методы повышения точности средств измерения. Градуировка и калибровка СИ. Методы поверки средств измерений. Методы коррекции погрешностей	Р.1, Т.2.5	3	«—»	Реферат, доклад
5 Метрологические характеристики средств измерений. Общие принципы выбора и нормирования метрологических характеристик СИ	Р.1, Т.2.4	3	«—»	Реферат, доклад
6 Метрологическая служба РФ. Государственная система ОЕИ. Система стандартов в области метрологии. Международные метрологические организации	Р.1, Т.1.1, 1.2	3	«—»	Реферат, доклад
ИТОГО		18		

Самостоятельная работа студентов заключается в углубленном изучении отдельных разделов и тем дисциплины в соответствии с тематическим планом, списком литературы на основе изучения основных информационных источников, в т.ч. интернет-ресурсов, результатом которого является выполнение домашних заданий (трудозатраты – 18 час).

Самостоятельная работа выполняется на листе формата А4 машинописным текстом. На титульном листе указывают ФИО студента, группу, специальность, наименование кафедры, название дисциплины, тему, по которой выполняется работа. В конце работы необходимо проставить дату выполнения работы, дату сдачи работы и расписаться. Выполнять задания необходимо в указанном порядке. Ответы должны быть изложены подробно.

Требования к отчету по домашним задачам:

Отчет должен содержать:

- тему и цель работы;
- краткое описание каждого этапа выполнения;
- заполненную таблицу (при необходимости);
- разработанную схему (при необходимости);
- вывод.

При оформлении работы необходимо руководствоваться электронным учебным изданием ДВФУ: В.Н. Стаценко, М.А. Белоконь, Н.М. Марченко, Ю.П. Шульгин, С.П. Соловьев Выпускная квалификационная работа. Выполнение, оформление и защита (для студентов инженерной школы ДВФУ) 2016 года издания.

Критерии оценки работы:

Оценка	50-60 баллов (неудовлетворительно)	61-75 баллов (удовлетворительно)	76-85 баллов (хорошо)	86-100 баллов (отлично)
Критерии	Содержание критерия			
Раскрытие проблемы	Проблема не раскрыта. Отсутствуют выводы	Проблема раскрыта не полностью. Выводы не сделаны и/или выводы не обоснованы	Проблема раскрыта. Анализ проведён без привлечения дополнительной литературы. Не все выводы сделаны и/или обоснованы	Проблема раскрыта полностью. Проведён анализ проблемы с привлечением дополнительных источников. Выводы обоснованы
Представление	Представляемая информация логически не связана. Не использованы профессиональные термины	Представляемая информация не систематизирована и/или не последовательно, 1-2 профессиональных термина	Представляемая информация слабо систематизирована. Использовано более 5 профессиональных терминов	Представляемая информация систематизирована, последовательна и логически связана. Использовано 10-15 и более профессиональных терминов
Оформ-	Больше 4 ошибок в	3-4 ошибки в	Не более 2 ошибок в	Отсутствуют ошибки

ление	представляемой информации	представляемой информации	представляемой информации	в представляемой информации
Ответы на вопросы	Нет ответов на вопросы	Только ответы на элементарные вопросы	Ответы на вопросы полные и/или частично полные	Ответы на вопросы полные, с приведением примеров и/или пояснений

Контрольно-измерительные материалы по дисциплине представлены экзаменационными вопросами и примерными вариантами контрольных работ, предусмотренных РПУД в качестве промежуточной аттестации контроля освоения теоретической и практической составляющих дисциплины. Итоговая аттестация проходит в виде комплексной оценки, рассчитываемой единой информационной системой управления учебным процессом ТАНДЕМ, согласно учебному плану. Экзаменационные вопросы предназначены для самостоятельной подготовки студентов перед экзаменационной сессией, а тесты для предварительной их оценке и нахождению правильных ответов с целью подготовки к тестированию.

Вопросы к экзамену

1. Измеряемые величины.
2. Качественная характеристика измеряемых величин.
3. Количественная характеристика измеряемых величин.
4. Единицы измерений.
5. Основной постулат метрологии.
6. Формы представления результатов измерения
7. Законы распределения вероятности и их числовые характеристики.
8. Влияющие факторы: исключение, внесение поправок.
9. Влияющие факторы: ситуационное моделирование, обнаружение и исключение ошибок.
10. Измерительная информация.
11. Однократное измерение.

12. Многократное измерение с равноточными значениями отсчета: точечные оценки числовых характеристик.
13. Многократные измерения с равноточными значениями отсчета: проверка нормальности закона распределения вероятности результата измерения.
14. Многократные измерения с равноточными значениями отсчета: обработка экспериментальных данных, подчиняющихся и не подчиняющихся нормальному закону распределения вероятности.
15. Многократные измерения с неравноточными значениями отсчета.
16. Обработка результатов нескольких серий измерений.
17. Единство измерений.
18. Воспроизведение основных единиц физических величин.
19. Передача информации о размерах единиц.
20. Классификация измерений.
21. Классификация средств измерений.
22. Нормируемые метрологические характеристики и классы точности средств измерений.
23. Метрологическая надежность средств измерений.
24. Режимы работы средств измерений.
25. Измерительные задачи и их общая характеристика.
26. Измерение в химическом анализе: качественный и количественный химический анализ.
27. Концентрации: как физическая величина, единицы концентрации, воспроизведение единиц концентрации, роль высокочистых веществ в обеспечении единства измерений концентраций, образцовые меры концентраций и градуировка.
28. Правильность результатов химического анализа: контроль правильности измерений концентрации и стандартные образцы.
29. Факторы, влияющие на точность измерений.
30. Определение точности измерений расчетным путем.
31. Математические действия с одним результатом измерения.

32. Математические действия с несколькими результатами измерений.
33. Качества измерений. Точность достоверность, правильность, сходимость, воспроизводимость и погрешность измерений. Абсолютная и относительная, статическая и динамическая, систематическая и случайная погрешности, грубые промахи. Группы причин возникновения погрешностей.
34. Представление результатов измерений. Математические действия с результатами многократных измерений. Определение характера распределения полученных данных. Критерий Пирсона и составной критерий, условия применения. Правила представления окончательного результата.
35. Однократные измерения. Область применения. Условия, необходимые для проведения однократных измерений. Пять вариантов априорной информации, условия применения неравенства Чебышева. Определение грубых ошибок и промахов. Правила представления окончательного результата.
36. Метрологическое обеспечение. Основной источник информации, характеризующий испытываемую продукцию. Нормативная и правовая основа метрологического обеспечения. Метрологическое обеспечение контроля, испытаний и измерений. Достоверность определения показателей качества продукции. Измерительное оборудование, маркировка, калибровка, юстировка, поверка, система управления измерительным процессом.
37. Условия измерений. Влияние условий измерений на состояние объекта, дополнительная погрешность, нормальные, рабочие и предельные условия измерений. Достоверность, правильность, сходимостью и воспроизводимость, размер допускаемой погрешности.
38. Этапы становления метрологии как науки. История развития метрологии. История русских мер и весов. Связь русских и английских мер и весов. Кратные и дольные единицы измерения физических величин. История создания Международной системы единиц SI. История создания единиц измерения метра, килограмма, термодинамической температуры. Виды метрологии, изучаемой в РФ – теоретическая, прикладная, законодательная и историческая.

- 39.Измеряемые величины. Качественная характеристика измеряемых величин. Общие правила конструирования систем единиц физических величин. Системы единиц физических величин. Количественная характеристика измеряемых величин. Единицы измеряемых величин.
- 40.Основной постулат метрологии. Определение процедуры измерения по шкале отношений. Главная особенность измерительной процедуры. Математическая модель измерения по шкале отношений. Способы представления результата измерения. Графики распределения вероятности отсчета и функция распределения вероятности отсчета. Гистограмма. Полигон. Плотность распределения вероятности отсчета
- 41.Законы распределения вероятности. Интегральная и дифференциальная функции распределения вероятности. Числовые характеристики закона распределения вероятности. Основные виды числовых моментов – начальные, центральные, математическое ожидание, дисперсия, асимметрия, эксцесс, энтропия. Использование вышеперечисленных понятий на практике.
- 42.Влияющие факторы. Учет факторов при подготовке и проведении высокоточных измерений в метрологической практике – объект, способ, средства и условия измерений. Исключение влияющих факторов – способ замещения, компенсация влияющего фактора по знаку, способ симметричных измерений, внесение поправок.
- 43.Обнаружение и исключение ошибок. Вероятность появления ошибочных значений отсчета. Определение ошибок при однократных измерениях. Расположение полученных значений отсчета при нормальном законе распределения. Доверительный интервал и доверительные границы при представлении результатов измерений. Правило трех сигм.
- 44.Основные понятия в метрологии. Измерение, средство измерений, погрешность измерений, эталон единицы величины, единство измерений. Условия обеспечения единства измерений. Государственная метрологическая служба, метрологические службы государственных органов управления и юридических лиц.

45. Основы технических измерений. Объект измерения, физическая величина, основные и производные физические величины. Кратные и дольные единицы. Семь основных физических величин, используемых в современной системе единиц величин. Качественная и количественная характеристика измеряемых величин. Безразмерные величины.
46. Метрологические шкалы. Основное содержание измерения. Шкала порядка, условия применения, ранжирование. Реперная шкала. Примеры шкал порядка. Недостатки шкал порядка. Шкала интервалов. Правила построения, достоинства и недостатки, примеры шкал интервалов. Шкала отношений, правила построения, информация, извлекаемая при применении шкалы отношений.
47. Понятие видов и методов измерений. Влияние выбора единицы измерения на числовое значение результата измерения, основное уравнение измерения. Цель измерения. Равноточные и неравноточные, однократные и многократные, статические и динамические, абсолютные и относительные, прямые и косвенные измерения. Контактный и бесконтактный методы измерений, примеры. Непосредственная оценка и метод сравнения с мерой, примеры.
48. Характеристика средств измерений (СИ). Определение СИ, понятие индикатора. Градуировка шкалы. Отличительный признак СИ. Меры, измерительные преобразователи; измерительные приборы, измерительные установки, измерительные системы. Стандартные образцы, метрологическая аттестация стандартных образцов, их категории. Производственные, лабораторные СИ и эталоны.
49. Метрологические свойства средств измерений (СИ). Метрологические свойства и метрологические характеристики СИ, нормируемые метрологические характеристики СИ. Диапазон измерений, порог чувствительности, точность, сходимость и воспроизводимость измерений. Нормальные и рабочие условия измерений. Номенклатура нормируемых метрологических характеристик.

50. Класс точности средств измерений (СИ). Определение класса точности. Методы установления класса точности конкретного типа СИ, методы обозначения классов точности. Способ обозначения класса точности в виде относительной погрешности, варианты обозначений. Методы нанесения обозначения класса точности на СИ.
51. Система воспроизведения единиц физических величин. Воспроизведение единиц физических величин, централизованный и децентрализованный способы воспроизведения единиц физических величин. Первичный, вторичный, специализированный и государственный эталоны. Передача размера физической величины, рабочие эталоны. Сличение – как процедура передачи единицы величины. Передача единицы физической величины высокоточным средствам измерений.
52. Государственная система обеспечения единства измерений. Основная задача в организации измерительных работ. Субъекты метрологии – Государственная метрологическая служба* РФ (ГМС), метрологические службы федеральных органов исполнительной власти и юридических лиц (МС), международные метрологические организации.
53. Нормативная база метрологии. Положения в области метрологии, нуждающиеся в регламентации со стороны государства. Документы регламентирующие общие правила и требования в области метрологии – законы, стандарты, правила, рекомендации. Основные объекты регламентации ГСИ. Базовые основополагающие НД в области метрологии.
54. Государственный метрологический контроль и надзор (ГМКиН). Цель ГМКиН, его объекты. Направления ГМКиН, каким документом регламентированы. Примеры средств измерений одного типа подлежащих ГМКиН и не подлежащих ему. Виды ГМКиН – утверждение типа, поверка, лицензирование деятельности.
55. Поверка средств измерений (СИ). Определение термина – поверка. Номенклатура средств измерений, подлежащих поверке. Виды поверки – первичная, периодическая, внеочередная, инспекционная. Поверка СИ, находящихся

ся в ремонте. Лицензирование деятельности по изготовлению, ремонту, продаже и прокату СИ, условия лицензирования. Поверочное клеймо. Характеристика государственного метрологического надзора, условия проведения.

56. Калибровка средств измерений (СИ). Определение термина калибровка. Номенклатура СИ, подлежащих калибровке. Функции калибровки. Проверка работоспособности СИ. Организации, имеющие право проводить калибровочные работы. Калибровочный знак. Аккредитация организаций на право проведения калибровочных работ. Российская система калибровки.

57. Разновидности измерений. Определение измерений по шкале отношений. Измерения, основанные на использовании органов чувств. Измерения, основанные на интуиции. Способ попарного сопоставления, правила обработки результатов при попарном сопоставлении. Влияющие факторы при данном виде измерений и их исключение. Инструментальные автоматизированные и автоматические измерения.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине «МЕТРОЛОГИЯ»

Направление подготовки 27.03.01 Стандартизация и метрология
профиль «Стандартизация и сертификация»
Очная форма подготовки

Владивосток

2016

Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-3 способностью выполнять работы по метрологическому обеспечению и техническому контролю, использовать современные методы измерений, контроля, испытаний и управления качеством	Знает	основы законодательства РФ, регламентирующее вопросы единства измерений и МО; нормативные и методические документы, регламентирующие вопросы выбора методов и средств измерений и МО в организации; технические характеристики, конструктивные особенности, назначение и принципы применения СИ, используемых в области деятельности организации, их поверку и калибровку; показатели качества продукции и параметров технологического процесса; НТД, регламентирующие вопросы учета СИ, контроля и испытаний, рабочих эталонов, СО и МИ, контроля и испытаний, применяемых в организации
	Умеет	применять измерительный инструмент необходимый для проведения измерений; получать, интерпретировать и документировать результаты измерений; оформлять производственно-техническую документацию, в том числе на СИ в соответствии с действующими требованиями; работать с технической документацией
	Владеет	способами подготовки к проведению измерений для определения действительных значений контролируемых параметров; методами проведения измерительных экспериментов под руководством более квалифицированного специалиста; методами и способами обработки результатов измерений; формами систематизации данных по эксплуатации и поверке (калибровке) СИ
ПК-8 способностью участвовать в разработке планов, программ и методик выполнения измерений, испытаний и контроля, инструкций по эксплуатации оборудования и других текстовых инструментов, входящих в состав конструкторской и технологической документации	Знает	способы разработки планов, программ и МВИ, испытаний и контроля, инструкций по эксплуатации оборудования и других текстовых инструментов, входящих в состав НТД
	Умеет	разрабатывать планы, программы и МВИ, испытаний и контроля, инструкции по эксплуатации оборудования и других текстовых инструментов, входящих в состав НТД
	Владеет	способами разработки планов, программ и МВИ, испытаний и контроля, инструкций по эксплуатации оборудования и других текстовых инструментов, входящих в состав НТД
ПК-10 способностью участвовать в метрологическом	Знает	особенности метрологического обеспечения в процессе разработки производства, испытаний

обеспечении разработки производства, испытаний и эксплуатации продукции, работах по аккредитации в области обеспечения единства измерений		и эксплуатации продукции, работах по аккредитации в области обеспечения единства измерений
	Умеет	интегрировать метрологическое обеспечение в разработку производства, испытаний и эксплуатации продукции, работах по аккредитации в области обеспечения единства измерений
	Владеет	способами интеграции метрологическом обеспечении в разработку производства, испытаний и эксплуатации продукции, работах по аккредитации в области обеспечения единства измерений

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Объекты измерений и их меры	ПК-8	Знает	УО-1-4	УО-1-3
			Умеет	УО-1-4	УО-1-3
			Владеет	УО-1-4	УО-1-3
2	Основы теории измерений	ПК-8	Знает	ОУ-1-3	ОУ-1, 2
			Умеет	УО-1-3	УО-1, 2
			Владеет	УО-1-3	УО-1, 2
3	Основы теоретической метрологии и организации МО	ПК-3 ПК-8	Знает	УО-1-3	УО-1, 2
			Умеет	УО-1-3	УО-1, 2
			Владеет	УО-1-3	УО-1, 2
4	Практические занятия 1-4	ПК-4 ПК-10	Знает	УО-3	УО-1, 3, 4
			Умеет	УО-3	УО-1, 3, 4
			Владеет	УО-3	УО-1, 3, 4
5	Лабораторные работы 1-4	ПК-4 ПК-10	Знает	УО-3	УО-1, 3, 4
			Умеет	УО-3	УО-1, 3, 4
			Владеет	УО-3	УО-1, 3, 4

Описание оценочных средств

УО-1 – Собеседование

Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

УО-2 – Тестирование

Средство контроля организованное так, что обучаемый отмечает правильные ответы (один из четырех ответов является правильным) в предложенном ему тестовом

задании. Оценка результатов тестирования осуществляется по общепринятым в ДВФУ критериям.

УО-3 – Доклад, сообщение

Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

УО-4 – Круглый стол, дискуссия, полемика, диспут, дебаты

Оценочные средства, позволяющие включить обучающихся в процесс обсуждения спорного вопроса, проблемы и оценить их умение аргументировать собственную точку зрения.

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		Критерии	Показатели
ПК-3 способностью выполнять работы по метрологическому обеспечению и техническому контролю, использовать современные методы измерений, контроля, испытаний и управления качеством	знает (пороговый уровень)	использовать основные НД в области метрологического обеспечения и технического контроля	систематические знания в области метрологического обеспечения и технического контроля	требования НД в области метрологического обеспечения и технического контроля
	умеет (продвинутый)	использовать основные НД в области метрологического обеспечения и технического контроля	сформированное умение использовать требования НД в области метрологического обеспечения и технического контроля	использовать требования НД в области метрологического обеспечения и технического контроля
	владеет (высокий)	базовыми знаниями положений основных НД в области метрологического обеспечения и технического контроля	методами реализации требований НД в области метрологического обеспечения и технического контроля	использует требования НД в области метрологического обеспечения и технического контроля
ПК-8 способностью участвовать в разработке планов, программ и МВИ, испытаний и инструкций по эксплуатации оборудования и других текстовых инструментов, входящих в состав НТД	знает (пороговый уровень)	основы разработки современных технологий программ эксплуатации оборудования, входящих в НТД	современные технологии программ эксплуатации оборудования, входящих в НТД	технологии программ эксплуатации оборудования, входящих в НТД
	умеет (продвинутый)	использовать основные современные технологий программ эксплуатации оборудования, входящих в НТД	использовать современные технологии программ эксплуатации оборудования, входящих в НТД	использовать технологии программ эксплуатации оборудования, входящих в НТД
	владеет (высокий)	основами методов создания технологии программ эксплуатации оборудования, входящих в НТД	применяет современные методы создания технологии программ эксплуатации оборудования, входящих в НТД	методами технологии создания технологии программ эксплуатации оборудования, входящих в НТД
ПК-10 способностью участвовать в метрологиче-	знает (пороговый уровень)	способностью участвовать в разработке МО при производстве и разработке СК на	современные методы разработки МО при производстве и разработке СК на производстве	способы разработки МО при производстве и разработке СК на производстве

ском обеспечении разработки производства, испытаний и эксплуатации продукции, работах по аккредитации в области обеспечения единства измерений	умеет (продвинутый)	производстве моделировать МО при производстве и разработке СК на производстве	использовать современные модели МО при производстве и разработке СК на производстве	применять современные модели МО при производстве и разработке СК на производстве
	владеет (высокий)	современными основами моделирования разработки МО при производстве и разработке СК на производстве	современными способами моделирования разработки МО при производстве и разработке СК на производстве	способами участия в разработке МО при производстве и разработке СК на производстве

Критерии оценки самостоятельной работы:

- ✓ 100-86 баллов выставляется студенту, если студент выразил своё мнение по сформулированной проблеме, аргументировал его, точно определив её содержание и составляющие. Приведены данные отечественной и зарубежной литературы, статистические сведения, информация нормативно-правового характера. Студент знает и владеет навыком самостоятельной исследовательской работы по теме исследования; методами и приёмами анализа теоретических и/или практических аспектов изучаемой области. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы нет; графически работа оформлена правильно.
- ✓ 85-76 баллов – работа характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; допущено не более 1 ошибки при объяснении смысла или содержания проблемы. Для аргументации приводятся данные отечественных и зарубежных авторов. Продемонстрированы исследовательские умения и навыки. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет. Допущены одна-две ошибки в оформлении работы.
- ✓ 75-61 балл – студент проводит достаточно самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих проблемы; понимает базовые основы и теоретическое обоснование выбранной темы. Привлечены основные источники по рассматриваемой теме. Допущено не более 2 ошибок в смысле или содержании проблемы, оформлении работы.
- ✓ 60-50 баллов – если работа представляет собой пересказанный или полностью переписанный исходный текст без каких бы то ни было комментариев, анализа. Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Допу-

щено три или более трёх ошибок в смысловом содержании раскрываемой проблемы, в оформлении работы.

Критерии оценки доклада

Оценка	50-60 баллов (неуд.)	61-75 баллов (удовлетворительно)	76-85 баллов (хорошо)	86-100 баллов (отлично)
Критерии	Содержание критериев			
Раскрытие проблемы	Проблема не раскрыта. Отсутствуют выводы	Проблема раскрыта не полностью. Выводы не сделаны и/или выводы не обоснованы	Проблема раскрыта. Проведён анализ проблемы без привлечения дополнительной литературы. Не все выводы сделаны и/или обоснованы	Проблема раскрыта полностью. Проведён анализ проблемы с привлечением дополнительной литературы. Выводы обоснованы
Представление	Представляемая информация логически не связана. Не использованы профессиональные термины	Представляемая информация не систематизирована и/или не последовательно 1-2 профессиональных термина	Представляемая информация не систематизирована и последовательна. Использовано более 2 профессиональных терминов	Представляемая информация систематизирована, последовательна и логически связана. Использовано более 5 профессиональных терминов
Оформление	Больше 4 ошибок в представляемой информации	3-4 ошибки в представляемой информации	Не более 2 ошибок в представляемой информации	Отсутствуют ошибки в представляемой информации
Ответы на вопросы	Нет ответов на вопросы	Только ответы на элементарные вопросы	Ответы на вопросы полные и/или частично полные	Ответы на вопросы полные, с приведением примеров и/или пояснений

Критерии выставления оценки студенту на зачёте (экзамене) по дисциплине «Метрология»

Баллы (%) (рейтинговой оценки)	Оценка зачёта/ экзамена (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
100-86	«зачтено», «отлично»	Выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, чётко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причём не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приёмами выполнения практических задач.
85-76	«зачтено», «хорошо»	Выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приёмами их выполнения.
75-61	«зачтено», «удовлетворительно»	Выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
60-50	«не зачтено»/ «неудовлетворительно»	Выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Текущая аттестация студентов. Текущая аттестация студентов по дисциплине «Метрология» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Метрология» проводится в форме контрольных мероприятий (результаты практических и лабораторных работ, доклад, тест) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний (тест);
 - уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы (вопросы для экзамена);
- результаты самостоятельной работы (доклад).

Темы докладов по дисциплине «Метрология»

1. Вероятностное описание погрешностей. Понятие центра распределения. Основные законы распределения и их классификация.
2. Обработка результатов измерения. Прямые многократные измерения. Идентификация формы распределения результатов измерений.
3. Погрешности измерений. Истинные и действительные значения измеряемой величины. Погрешности, как случайный процесс. Математические модели погрешностей.
4. Методы повышения точности средств измерения. Градуировка и калибровка СИ. Методы поверки средств измерений. Методы коррекции погрешностей.
5. Метрологические характеристики средств измерений. Общие принципы выбора и нормирования метрологических характеристик СИ.
6. Метрологическая служба РФ. Государственная система ОЕИ. Система стандартов в области метрологии. Международные метрологические организации.
7. Случайные погрешности. Законы распределения случайных погрешностей. Трапецеидальное, уплощенное и экспоненциальные распределения. Бимодальные и косые распределения.
8. Совместные и совокупные измерения. Способы отыскания оценок истинных значений измеряемых величин. Описание процессов обработки результатов измерений.
9. Суммирование погрешностей. Основы теории суммирования погрешностей.

Суммирование систематических и случайных погрешностей.

10. Грубые погрешности. Критерии исключения грубых погрешностей. Критерии Граббса, «трех сигм», Романовского, Шарлье, Шовене, критерий Диксона.

11. Однократные измерения. Оценка погрешностей прямых однократных измерений. Косвенные измерения с линейной и нелинейной функциональной зависимостью.

12. Систематические погрешности. Классификация систематических погрешностей. Способы обнаружения и устранения систематических погрешностей. Методы устранения систематических погрешностей.

Критерии оценки:

- ✓ 100-85 баллов выставляется студенту, если он показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области; владение терминологическим аппаратом; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.
- ✓ 85-76 баллов выставляется студенту, если допущены одна-две неточности в ответе.
- ✓ 75-61 балл выставляется студенту, если допущено несколько ошибок в содержании ответа.
- ✓ 60-50 баллов выставляется студенту, если допущены серьезные ошибки в содержании ответа.

Тесты для текущей аттестации:

<i>№</i>	<i>Вопрос</i>	<i>Ответ</i>
1.	Сопроотивление нагрузки определяется по закону Ома $R=U/I$. Показания вольтметра 100 В, амперметра 2 А. Средние квадратические отклонения показаний: вольтметра $\sigma_U=0,5$ В, амперметра $\sigma_I=0,05$ А. Доверительные границы истинного значения сопротивления с вероятностью $P=0,95$ ($t_P=1,96$) равны...	<input type="checkbox"/> $40 \text{ Ом} \leq R \leq 60 \text{ Ом}, P=0,95$ <input type="checkbox"/> $48,5 \text{ Ом} \leq R \leq 51,5 \text{ Ом}, t_P=1,96$ <input type="checkbox"/> $47,5 \text{ Ом} \leq R \leq 52,5 \text{ Ом}, P=0,95$ <input type="checkbox"/> $48,9 \text{ Ом} \leq R \leq 51,1 \text{ Ом}, P=0,95$

№	Вопрос	Ответ
2.	Главным параметром для штангенинструмента является...	<input type="checkbox"/> Цена деления <input type="checkbox"/> Долговечность <input type="checkbox"/> Диапазон измерений <input type="checkbox"/> Погрешность измерения
3.	Средство измерений, предназначенное для воспроизведения величины заданного размера, называют...	<input type="checkbox"/> Измерительной установкой <input type="checkbox"/> Первичным эталоном величины <input type="checkbox"/> Вещественной мерой <input type="checkbox"/> Измерительным прибором
4.	Метрологическая служба государственного органа управления выполняет работы по обеспечению единства измерений в пределах...	<input type="checkbox"/> Края или республики <input type="checkbox"/> Всех отраслей Российской Федерации <input type="checkbox"/> Отдельного предприятия <input type="checkbox"/> Министерства (ведомства)
5.	Совокупность приемов сравнения измеряемой величины с ее единицей в соответствии с выбранным принципом называется...	<input type="checkbox"/> измерением <input type="checkbox"/> единством измерений <input type="checkbox"/> методом измерения <input type="checkbox"/> методикой выполнения измерений
6.	При измерении размера детали штангенциркулем реализуется метод...	<input type="checkbox"/> Противопоставления <input type="checkbox"/> Непосредственной оценки <input type="checkbox"/> Совпадения <input type="checkbox"/> Дифференциальный
7.	Общим в процедуре калибровки и поверки является...	<input type="checkbox"/> Определение действительных метрологических характеристик средств измерений <input type="checkbox"/> Обязательность проведения процедур <input type="checkbox"/> Возможность установления соответствия не по всем требованиям к средству измерений <input type="checkbox"/> Добровольность проведения процедур
8.	Поверочные схемы, регламентирующие передачу информации о размере единицы физической величины всему парку средств измерений в стране, называют...	<input type="checkbox"/> Локальными <input type="checkbox"/> Рабочими <input type="checkbox"/> Государственными <input type="checkbox"/> Ведомственными
9.	Одно из свойств, общее в качественном отношении для многих физических объектов, но в количественном отношении индивидуальное для каждого из них, называется...	<input type="checkbox"/> Физической величиной <input type="checkbox"/> Показателем качества <input type="checkbox"/> Единством измерений <input type="checkbox"/> Измерительным преобразованием
10.	Вольтметр с пределами измерения 0...250 В класса точности 0,2 показывает 200 В. Предел допускаемой погрешности измерения вольтметра равен...	<input type="checkbox"/> 0,2 В <input type="checkbox"/> 0,3 В <input type="checkbox"/> 0,4 В <input type="checkbox"/> 0,5 В

№	Вопрос	Ответ
11.	При определении силы инерции по зависимости $F=ma$ измерениями получены значения $m=100$ кг и ускорение $a=2$ м/с ² . Средние квадратические отклонения результатов измерений $\sigma_m=0,5$ кг, $\sigma_a=0,01$ м/с ² . Случайная погрешность измерения ε_F силы с вероятностью $P=0,966$ ($t_P=2,12$) равна:	<input type="checkbox"/> 1 Н <input type="checkbox"/> 3 Н <input type="checkbox"/> 0,01 Н <input type="checkbox"/> 4 Н
12.	Электрическое напряжение определяется по уравнению $U=P/I$, где $P=mal/t$, m – масса, a – ускорение, l – длина, I – сила электрического тока. Укажите размерность электрического напряжения.	<input type="checkbox"/> L ² MT ⁻¹ I ⁻¹ <input type="checkbox"/> L ² MT ⁻³ I ⁻¹ <input type="checkbox"/> L ³ MT ⁻³ I ⁻¹ <input type="checkbox"/> LMTI ⁻¹
13.	Рабочие средства измерений предназначены для...	<input type="checkbox"/> измерений, не связанных с передачей размеров единиц физических величин <input type="checkbox"/> изготовления рабочих эталонов <input type="checkbox"/> передачи размеров единиц физических величин другим средства измерения <input type="checkbox"/> калибровки других рабочих средств измерений
14.	Основная деятельность метрологических служб направлена на...	<input type="checkbox"/> Организацию сертификации продукции и услуг <input type="checkbox"/> Контроль качества продукции <input type="checkbox"/> Контроль соответствия продукции предприятий обязательным требованиям стандартов <input type="checkbox"/> Обеспечение единства и достоверности измерений
15.	Нормативными документами по обеспечению единства измерений не являются ...	<input type="checkbox"/> Отраслевые стандарты (ОСТ) <input type="checkbox"/> Рекомендации межгосударственной стандартизации (РМГ) <input type="checkbox"/> Методические инструкции (МИ) <input type="checkbox"/> Правила по метрологии (ПР)
16.	Правильность измерений характеризуется...	<input type="checkbox"/> Отсутствием субъективных погрешностей <input type="checkbox"/> Близостью к нулю систематических погрешностей <input type="checkbox"/> Отсутствием грубых погрешностей <input type="checkbox"/> Близостью к нулю случайных погрешностей

№	Вопрос	Ответ
17.	При суммировании составляющих погрешностей измерений принимается допущение:	<input type="checkbox"/> Все составляющие погрешности являются аддитивными величинами <input type="checkbox"/> Все составляющие погрешности рассматриваются как случайные <input type="checkbox"/> Все составляющие погрешности не коррелированы <input type="checkbox"/> Все составляющие погрешности имеют нормальное распределение
18.	Задачи и полномочия государственной метрологической службы определены в...	<input type="checkbox"/> Правилах по метрологии и государственных стандартах <input type="checkbox"/> Законе «О техническом регулировании» <input type="checkbox"/> Законе «Об обеспечении единства измерений» <input type="checkbox"/> Постановлениях правительства
19.	Метрологической аттестации подвергаются средства измерений...	<input type="checkbox"/> Рабочие средства измерений, изготовленные серийно <input type="checkbox"/> Рабочие средства измерений низкой точности <input type="checkbox"/> Единичного производства (ли ввозимого единичными экземплярами по импорту) <input type="checkbox"/> Высокоточные средства измерений
20.	Определение «средства измерений» не характеризует следующий признак:	<input type="checkbox"/> имеет высокий уровень качества <input type="checkbox"/> воспроизводит или хранит единицу величины <input type="checkbox"/> это техническое средство <input type="checkbox"/> имеет нормированные метрологические характеристики
21.	Если определяются характеристики случайных процессов, то измерения называются...	<input type="checkbox"/> Динамическими <input type="checkbox"/> Косвенными <input type="checkbox"/> Статистическими <input type="checkbox"/> Статистическими
22.	Руководство государственной метрологической службой осуществляет...	<input type="checkbox"/> Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Госстандарт России) <input type="checkbox"/> Центральные органы по сертификации продукции и услуг <input type="checkbox"/> Правительство России <input type="checkbox"/> Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы (ВНИИМС)
23.	При определении твердости материала используется шкала...	<input type="checkbox"/> Наименований <input type="checkbox"/> Порядка <input type="checkbox"/> Абсолютная <input type="checkbox"/> Интервалов

№	Вопрос	Ответ
24.	Электрическая мощность P определяется по результатам измерений падения напряжения $U=220$ В, $I=5$ А; $P=UI$. Средние квадратические отклонения показаний: вольтметра $\sigma_U=1$ В, амперметра $\sigma_I=1$ А. Результат измерения мощности с вероятностью $P=0,9944$ ($t_p=2,77$) можно записать...	<input type="checkbox"/> $P=1100\pm 28$ Вт, $P=0,9944$ <input type="checkbox"/> $P=1100,0\pm 0,1$ Вт, $P=0,9944$ <input type="checkbox"/> $P=1100\pm 14$ Вт, $P=0,9944$ <input type="checkbox"/> $P=1100\pm 38$ Вт, $t_p=2,77$
25.	Вторичные эталоны (эталон-копии) предназначены для...	<input type="checkbox"/> Передачи размера единицы величины рабочим средствам измерения <input type="checkbox"/> Воспроизведения величины определенного размера <input type="checkbox"/> Передача размера единицы величины от первичных эталонов рабочим эталонам <input type="checkbox"/> Градуировки и поверки рабочих средств измерений
26.	Состояние измерений, при котором их результаты выражены в узаконенных единицах величины и погрешности измерений не выходят за установленные пределы с заданной вероятностью, называется...	<input type="checkbox"/> Утверждением типа средств измерений <input type="checkbox"/> Единством измерений <input type="checkbox"/> Системой калибровки средств измерений <input type="checkbox"/> Метрологическим контролем и надзором
27.	Если результаты измерений изменяющейся во времени величины сопровождаются указанием моментов измерений, то измерения называют...	<input type="checkbox"/> Статистическими <input type="checkbox"/> Динамическими <input type="checkbox"/> Многократными <input type="checkbox"/> Совокупными
28.	Сопротивление нагрузки определяется по закону Ома $R=U/I$. При измерении силы тока и напряжения получены значения $U=100\pm 1$ В, $I=2\pm 0,1$ А. Результаты измерения следует записать в виде:	<input type="checkbox"/> $R=50,0 \pm 2,2$ Ом <input type="checkbox"/> $R=48 \pm 10$ Ом <input type="checkbox"/> $R=50 \pm 3$ Ом <input type="checkbox"/> $R=50,0 \pm 1,1$ Ом
29.	Передаточная функция средств измерений $W(p)$ относится к группе метрологических характеристик	<input type="checkbox"/> Определения результатов измерений <input type="checkbox"/> Погрешностей <input type="checkbox"/> Взаимодействия с объектами на входе и выходе средств измерений <input type="checkbox"/> Динамических
30.	Если точность рабочего средства измерений ниже точности исходного эталона в 50 раз, то в поверочной схеме может быть число ступеней – ...	<input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3

№	Вопрос	Ответ																					
31.	При измерении активного сопротивления мостом постоянного тока при уравновешенной схеме используют метод...	<input type="checkbox"/> Нулевой <input type="checkbox"/> Совпадений <input type="checkbox"/> Непосредственной оценки <input type="checkbox"/> Противопоставления																					
32.	Аддитивной физической величиной является	<input type="checkbox"/> Сила ветра <input type="checkbox"/> Сила электрического тока <input type="checkbox"/> Коэффициент линейного расширения <input type="checkbox"/> Твердость материала																					
33.	Давление определяется по уравнению $p=F/S$, где $F=ma$, m – масса, a – ускорение, S – площадь поверхности, воспринимающей усилие F . Укажите размерность давления.	<input type="checkbox"/> LMT^{-2} <input type="checkbox"/> MT^2 <input type="checkbox"/> $L^{-1}MT^{-2}$ <input type="checkbox"/> L^3MT^{-2}																					
34.	<p>Определить погрешность термометра класса точности 2,5 с пределом измерений от 0 до 100 °С и дать заключение о его пригодности по показаниям образцового термометра</p> <table border="1" data-bbox="280 976 890 1400"> <tr> <td>Проверяемые точки, °С</td> <td>0</td> <td>20</td> <td>40</td> <td>60</td> <td>80</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>Показания образцового термометра (нагрев), °С</td> <td>1,0</td> <td>22</td> <td>41</td> <td>60</td> <td>77</td> <td>98</td> </tr> <tr> <td>Показания образцового термометра (охлаждение), °С</td> <td>1,0</td> <td>19</td> <td>40</td> <td>62</td> <td>81</td> <td>99</td> </tr> </table>	Проверяемые точки, °С	0	20	40	60	80	100	Показания образцового термометра (нагрев), °С	1,0	22	41	60	77	98	Показания образцового термометра (охлаждение), °С	1,0	19	40	62	81	99	<input type="checkbox"/> 2,5 °С, годен <input type="checkbox"/> 1,0 °С, годен <input type="checkbox"/> -3 °С, не годен <input type="checkbox"/> 1,5 °С, годен
Проверяемые точки, °С	0	20	40	60	80	100																	
Показания образцового термометра (нагрев), °С	1,0	22	41	60	77	98																	
Показания образцового термометра (охлаждение), °С	1,0	19	40	62	81	99																	
35.	Первичным эталоном является эталон, ...	<input type="checkbox"/> Обеспечивающий постоянство размера единицы физической величины во времени <input type="checkbox"/> Изготовленный впервые в мире <input type="checkbox"/> Изготовленный впервые в стране <input type="checkbox"/> Воспроизводящий единицу физической величины с наивысшей в стране точностью																					
36.	Существенным признаком эталона не является ...	<input type="checkbox"/> Неизменность <input type="checkbox"/> Сличаемость <input type="checkbox"/> Высокое качество изготовления <input type="checkbox"/> Воспроизводимость																					

№	Вопрос	Ответ
37.	Метрология не занимается проблемами...	<input type="checkbox"/> Установления единиц физических величин <input type="checkbox"/> Износостойкости и долговечности средств измерений <input type="checkbox"/> Установлением обязательных технических и юридических требований, направленных на обеспечение единства и требуемой точности измерений <input type="checkbox"/> Разработкой фундаментальных основ теории измерений
38.	Метрологическими характеристиками средств измерений называются характеристики их свойств, ...	<input type="checkbox"/> Оказывающие влияние на результаты и точность измерений <input type="checkbox"/> Учитывающие условия выполнения измерений <input type="checkbox"/> Обеспечивающие метрологическую надежность <input type="checkbox"/> Оказывающие влияние на объект измерения
39.	Мерой рассеяния результатов измерений является...	<input type="checkbox"/> Математическое ожидание <input type="checkbox"/> Среднее квадратическое (стандартное) отклонение <input type="checkbox"/> Коэффициент асимметрии <input type="checkbox"/> Эксцесс (коэффициент заостренности)
40.	Мощность определяется по уравнению $P=Fl/t$, где действующая сила $F=ma$, m – масса, a – ускорение, l – длина плеча приложения силы, t – время приложения силы. Укажите размерность мощности P .	<input type="checkbox"/> L^2MT^{-3} <input type="checkbox"/> L^3MT^{-2} <input type="checkbox"/> MT^{-3} <input type="checkbox"/> L^2MT
41.	Учение об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности называется...	<input type="checkbox"/> Стандартизацией <input type="checkbox"/> Сертификацией <input type="checkbox"/> Метрологией <input type="checkbox"/> Государственной системой обеспечения единства измерений (ГСИ)
42.	Положительные результаты поверки не могут удостоверяться...	<input type="checkbox"/> Поверительным клеймом на корпусе средства измерения <input type="checkbox"/> Поверительным клеймом в технической документации на средство измерения <input type="checkbox"/> Записью в журнале регистрации проведения поверок средств измерений <input type="checkbox"/> Свидетельством о поверке

№	Вопрос	Ответ
43.	При одновременном измерении нескольких однородных величин измерения называют...	<input type="checkbox"/> Косвенными <input type="checkbox"/> Совокупными <input type="checkbox"/> Совместными <input type="checkbox"/> Многократными
44.	Совокупность функционально и конструктивно объединенных средств измерений и других устройств в одном месте для рационального решения задачи измерений или контроля называют...	<input type="checkbox"/> измерительной системой <input type="checkbox"/> измерительным прибором <input type="checkbox"/> измерительной установкой <input type="checkbox"/> информационно-измерительной системой
45.	По характеру изменения результатов измерений погрешности разделяются на...	<input type="checkbox"/> основные и дополнительные <input type="checkbox"/> абсолютные и относительные <input type="checkbox"/> методические, инструментальные и субъективные <input type="checkbox"/> систематические, случайные и грубые
46.	Электрическая мощность P определяется по результатам измерений падения напряжения $U=240\pm 3$ В и силы тока $I=5\pm 0,1$ А. $P=UI$. Предельные границы истинного значения сопротивления (мощности) равны...	<input type="checkbox"/> $1161,3 \text{ Вт} \leq P \leq 1190,7 \text{ Вт}$ <input type="checkbox"/> $1161 \text{ Вт} \leq P \leq 1239 \text{ Вт}$ <input type="checkbox"/> $1190,7 \text{ Вт} \leq P \leq 1208,7 \text{ Вт}$ <input type="checkbox"/> $1191 \text{ Вт} \leq P \leq 1209 \text{ Вт}$
47.	Для проверки сохранности государственных эталонов и замены в случае их порчи предназначены...	<input type="checkbox"/> Международные эталоны <input type="checkbox"/> Рабочие эталоны <input type="checkbox"/> Эталоны сравнения <input type="checkbox"/> Эталоны свидетели
48.	В задачи метрологической службы предприятия не входит ...	<input type="checkbox"/> Выбор оптимального количества и состава контролируемых параметров <input type="checkbox"/> Постоянное совершенствование средств измерений (СИ) <input type="checkbox"/> Обеспечение надлежащего состояния СИ <input type="checkbox"/> Метрологическая экспертиза конструкторской и технологической документации
49.	Вариация выходного сигнала относится к группе метрологических характеристик средств измерений:	<input type="checkbox"/> Динамическим <input type="checkbox"/> Чувствительности СИ к влияющим величинам <input type="checkbox"/> Погрешностей <input type="checkbox"/> Взаимодействия с объектами на входе и выходе СИ
50.	Нормативный документ, начинающийся с букв ПР называется...	<input type="checkbox"/> Правительственные рекомендации <input type="checkbox"/> Природные ресурсы <input type="checkbox"/> Правила по метрологии <input type="checkbox"/> Промышленность России

№	Вопрос	Ответ
51.	Плановые проверки предприятий по обнаружению нарушений метрологических правил и норм проводятся не реже...	<input type="checkbox"/> 1 раз в 1 год <input type="checkbox"/> 1 раз в 6 лет <input type="checkbox"/> 1 раз в 5 лет <input type="checkbox"/> 1 раз в 3 года
52.	Если результат взвешивания груза на равноплечих весах определяется как сумма массы гирь и показания весов по шкале, то применен метод...	<input type="checkbox"/> совпадения <input type="checkbox"/> противопоставления <input type="checkbox"/> дифференциальный <input type="checkbox"/> непосредственной оценки
53.	Средства измерений доставляют для поверки...	<input type="checkbox"/> владельцы средств измерений <input type="checkbox"/> аккредитованные испытательные лаборатории <input type="checkbox"/> государственная метрологическая служба <input type="checkbox"/> государственные инспекторы по обеспечению единства измерений
54.	Приведенная форма выражения погрешности средств измерений (СИ) при указании классов точности означает:	<input type="checkbox"/> Значение предела допускаемой погрешности <input type="checkbox"/> Отношение предела допускаемой погрешности СИ к значению измеряемой величины в % <input type="checkbox"/> Отношение предельной погрешности СИ к нормирующему значению в % <input type="checkbox"/> Отношение погрешности средства поверки к погрешности данного СИ
55.	Научно-методические основы обеспечения единства измерений в РФ разрабатываются...	<input type="checkbox"/> Всероссийским научно-исследовательским институтом метрологической службы (ВНИИМС) <input type="checkbox"/> метрологическими службами государственных органов управления <input type="checkbox"/> Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Госстандартом России) <input type="checkbox"/> НПО ВНИИ метрологии им. Д.И. Менделеева (Санкт-Петербург)
56.	Мультиметр при измерении электрической емкости класса точности 2/1 на диапазоне до 2 мкФ показывает 0,8 мкФ. Предел допускаемой относительной погрешности прибора равен...	<input type="checkbox"/> 1,0 % <input type="checkbox"/> 3,0 % <input type="checkbox"/> 2,0 % <input type="checkbox"/> 3,5 %
57.	По условиям проведения измерений погрешности разделяются на...	<input type="checkbox"/> основные и дополнительные <input type="checkbox"/> систематические и случайные <input type="checkbox"/> абсолютные и относительные <input type="checkbox"/> методические и инструментальные

№	Вопрос	Ответ
58.	Исследованиями по стандартным образцам состава и свойств веществ и материалов руководит...	<input type="checkbox"/> Уральский НИИ метрологии <input type="checkbox"/> НПО ВНИИ метрологии им. Д.И. Менделеева <input type="checkbox"/> Сибирский государственный НИИ метрологии <input type="checkbox"/> Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы (ВНИИМС)
59.	Для определения силы инерции измерялись масса тела $m=100\pm 1$ кг и ускорение $a=2\pm 0,5$ м/с ² . $F=ma$. Предельная погрешность измерения силы равна:	<input type="checkbox"/> $F=7$ Н <input type="checkbox"/> $F=1$ Н <input type="checkbox"/> $F=0,5$ Н <input type="checkbox"/> $F=2$ Н
60.	Нормативной основой метрологического обеспечения является...	<input type="checkbox"/> Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ) <input type="checkbox"/> Система государственных эталонов единиц физических величин <input type="checkbox"/> Государственная система поверки и калибровки средств измерений <input type="checkbox"/> Национальная система стандартизации
61.	Погрешность от деформации тонкостенной детали под действием измерительной силы является...	<input type="checkbox"/> Грубой <input type="checkbox"/> Дополнительной <input type="checkbox"/> Методической <input type="checkbox"/> Инструментальной
62.	При многократном измерении получены отклонения от настроенного размера D в мкм: 0, +1, +2, +3, +1, -1. При вероятности $P=0,982$ коэффициент Стьюдента $t_p=3,465$. Результат измерения следует записать:	<input type="checkbox"/> $-1 \text{ мкм} \leq D \leq +3 \text{ мкм}$, $P=0,982$ <input type="checkbox"/> $-4 \text{ мкм} \leq D \leq +6 \text{ мкм}$, $P=0,982$ <input type="checkbox"/> $-1 \text{ мкм} \leq D \leq +3 \text{ мкм}$, $t_p=3,465$ <input type="checkbox"/> $-2 \text{ мкм} \leq D \leq +3 \text{ мкм}$, $P=0,982$
63.	При многократном измерении влажности воздуха получены значения 65, 64, 66, 65, 64, 66, 67. Укажите доверительные границы для истинного значения влажности в вероятностью $P=0,928$ ($t_p=2,16$)	<input type="checkbox"/> 65 ± 2 %, $P=0,928$ <input type="checkbox"/> $65,0\pm 2,8$ %, $P=0,928$ <input type="checkbox"/> 65 ± 1 %, $P=0,928$ <input type="checkbox"/> $63\dots 67$ %, $t_p=2,16$
64.	Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Госстандарт России) не выполняет функции...	<input type="checkbox"/> Руководства предприятиями по производству средств измерений <input type="checkbox"/> Руководства деятельностью государственной метрологической службы <input type="checkbox"/> Осуществления государственного метрологического контроля и надзора <input type="checkbox"/> Участия в деятельности международных организаций по вопросам единства измерений

№	Вопрос	Ответ
65.	Исходным эталоном в поверочной схеме является эталон...	<input type="checkbox"/> Служащий для проверки сохранности государственного эталона и замены его в случае порчи <input type="checkbox"/> Обладающий наивысшей точностью в данной лаборатории или организации <input type="checkbox"/> Получающий размер единицы непосредственно от первичного <input type="checkbox"/> Служащий для сличения эталонов
66.	Право поверки предоставляется...	<input type="checkbox"/> Аккредитованным испытательным лабораториям по сертификации продукции <input type="checkbox"/> Органам по аккредитации <input type="checkbox"/> Измерительным лабораториям ВУЗов <input type="checkbox"/> Аккредитованным метрологическим службам юридических лиц
67.	Температура воздуха в градусах Цельсия определяется по шкале...	<input type="checkbox"/> Порядка <input type="checkbox"/> Наименований <input type="checkbox"/> Интервалов <input type="checkbox"/> отношений
68.	Наиболее удобным для практики описанием закона распределения погрешностей является выражение...	<input type="checkbox"/> Графиком <input type="checkbox"/> Числовыми характеристиками m_x, D_x <input type="checkbox"/> Таблицей <input type="checkbox"/> Функцией распределения $y=f(x)$
69.	Функция преобразования измерительного преобразователя относится к группе метрологических характеристик средств измерений (СИ):	<input type="checkbox"/> Чувствительности СИ к влияющим величинам <input type="checkbox"/> Динамическим <input type="checkbox"/> Погрешностей <input type="checkbox"/> Определения результатов измерений
70.	Государственный метрологический контроль не устанавливается за...	<input type="checkbox"/> Утверждением типа средств измерений <input type="checkbox"/> Процессом сертификации продукции и услуг <input type="checkbox"/> Поверкой средств измерений <input type="checkbox"/> Лицензированием деятельности по изготовлению, ремонту, продаже и прокату средств измерений
71.	Основной единицей системы СИ не является ...	<input type="checkbox"/> Кельвин <input type="checkbox"/> Кандела <input type="checkbox"/> Ампер <input type="checkbox"/> Вольт
72.	Ампервольтметр класса точности 0,06/0,04 со шкалой от -50 А до +50 А показывает 20 А. Предельная относительная погрешность прибора равна...	<input type="checkbox"/> 0,10 % <input type="checkbox"/> 0,12 % <input type="checkbox"/> 0,06 % <input type="checkbox"/> 0,04 %

№	Вопрос	Ответ
73.	Вольтметр показывает 230 В. Среднее квадратическое отклонение показаний $\sigma_U=2$ В. Погрешность от подключения вольтметра в цепь равна -1 В. Истинное значение напряжения с вероятностью $P=0,9544$ ($t_p=2$) равно...	<input type="checkbox"/> $U = 231 \pm 2$ В, $t_p=2$ <input type="checkbox"/> $U = 230 \pm 5$ В, $P=0,9544$ <input type="checkbox"/> $U = 230 \pm 3$ В, $P=0,9544$ <input type="checkbox"/> $U = 231 \pm 4$ В, $P=0,9544$
74.	В определение «измерение» не входит утверждение...	<input type="checkbox"/> Это совокупность операций <input type="checkbox"/> Применение технического средства, хранящего единицу физической величины <input type="checkbox"/> Нахождение соотношения измеряемой величины с ее единицей <input type="checkbox"/> Результаты выражаются в узаконенных единицах
75.	Действительное значение величины не характеризует значение, ...	<input type="checkbox"/> Которое имеет измеряемая величина <input type="checkbox"/> Полученное экспериментальным путем <input type="checkbox"/> Близкое к истинному <input type="checkbox"/> Которое может быть использовано вместо истинного значения
76.	По способу получения информации измерения разделяют...	<input type="checkbox"/> Статические и динамические <input type="checkbox"/> Абсолютные и относительные <input type="checkbox"/> Прямые, косвенные, совокупные и совместные <input type="checkbox"/> Однократные и многократные
77.	Главный метролог предприятия подчиняется...	<input type="checkbox"/> Главному инженеру предприятия <input type="checkbox"/> Федеральному агентству по техническому регулированию и метрологии (Госстандарт России) <input type="checkbox"/> Центру стандартизации и метрологии (ЦСМ) республики (края) <input type="checkbox"/> Всероссийскому научно-исследовательскому институту метрологической службы (ВНИИМС)

№	Вопрос	Ответ
78.	Поверочной схемой называют...	<input type="checkbox"/> Документ, удостоверяющий пригодность средства измерения к эксплуатации <input type="checkbox"/> Документ, устанавливающий порядок определения погрешности средства измерения с целью установления его годности к эксплуатации <input type="checkbox"/> Блок-схема взаимосвязей средств измерений по точности <input type="checkbox"/> Нормативный документ, устанавливающий соподчинение средств измерений для передачи единицы физической величины от исходного эталона рабочим средством измерений
79.	$Q=q[Q]$, где $[Q]$ – единица измерения, q – числовое значение. Это выражение является...	<input type="checkbox"/> Линейным преобразованием <input type="checkbox"/> Основным уравнением измерений по шкале отношений <input type="checkbox"/> Математической моделью измерений <input type="checkbox"/> Основным постулатом метрологии
80.	Средство измерения (СИ) при повреждении поверительного клейма, пломбы или утрате документов, подтверждающих прохождение СИ периодической поверки, подвергается поверке –...	<input type="checkbox"/> Внеочередной <input type="checkbox"/> Инспекционной <input type="checkbox"/> Первичной <input type="checkbox"/> Экспертной
81.	Доверительными границами результата измерения называют...	<input type="checkbox"/> Предельные значения случайной величины X при заданной вероятности P <input type="checkbox"/> Допускаемые отклонения условий измерений от нормальных <input type="checkbox"/> Границы, за пределами которых погрешность встретить нельзя <input type="checkbox"/> Возможные изменения измеряемой величины
82.	Основные задачи, права и обязанности метрологических служб определены в...	<input type="checkbox"/> Международных стандартах серии ИСО 9000 <input type="checkbox"/> МИ 2277-93 «ГСИ. Система сертификации и средств измерений. Основные положения и порядок проведения работ» <input type="checkbox"/> Законе «Об обеспечении единства измерений» <input type="checkbox"/> Правилах по метрологии «Типовое положение о метрологической службе государственных органов управления и юридических лиц РФ»

№	Вопрос	Ответ
83.	Производная единица измерения называется когерентной (согласованной), если...	<input type="checkbox"/> Все единицы измерения в определяющем уравнении являются основными <input type="checkbox"/> Показатели степени всех основных единиц равны 1 <input type="checkbox"/> Коэффициент пропорциональности в определяющем уравнении $k=1$ <input type="checkbox"/> Показатели степени всех основных единиц являются целыми числами
84.	Государственному метрологическому надзору не полагается ...	<input type="checkbox"/> Рабочий эталон, используемый для поверки средств измерений <input type="checkbox"/> Рабочий эталон, используемый для калибровки средств измерений <input type="checkbox"/> Соблюдение метрологических правил и норм <input type="checkbox"/> Количество товаров, отчуждаемых при совершении торговых операций
85.	Сила тяжести определяется с помощью мер массы и ускорения свободного падения. Такие измерения называют...	<input type="checkbox"/> Абсолютными <input type="checkbox"/> Относительными <input type="checkbox"/> Прямыми <input type="checkbox"/> Совместными
86.	Источником погрешности измерения не является ...	<input type="checkbox"/> Примененное средство измерений <input type="checkbox"/> Отклонение условий выполнения измерений от нормальных <input type="checkbox"/> Отклонение измеряемой величины от результата измерения <input type="checkbox"/> Примененный метод измерения
87.	Эталонную базу страны составляют...	<input type="checkbox"/> Совокупность государственных первичных и вторичных эталонов страны <input type="checkbox"/> Совокупность эталонов основных единиц SI <input type="checkbox"/> Совокупность рабочих эталонов <input type="checkbox"/> Совокупность государственных эталонов
88.	Метрологические службы юридических лиц создаются для...	<input type="checkbox"/> Организации сертификации продукции и внедрения системы качества на предприятии <input type="checkbox"/> Контроля соответствия продукции предприятий обязательным требованиям стандартов <input type="checkbox"/> Выполнения работ по обеспечению единства измерений на своих предприятиях <input type="checkbox"/> Контроля качества продукции, выпускаемой предприятием

№	Вопрос	Ответ
89.	Амперметр с пределами измерений от -10 А до +25 А класса точности 1,0 показывает 5 А. Предел допускаемой погрешности прибора равен...	<input type="checkbox"/> 0,25 А <input type="checkbox"/> 0,15 А <input type="checkbox"/> 0,35 А <input type="checkbox"/> 0,05 А
90.	Классы точности присваиваются средствам измерений на основании...	<input type="checkbox"/> Результатов первичной поверки <input type="checkbox"/> Стабильности технологических процессов их изготовления <input type="checkbox"/> Требований потребителей <input type="checkbox"/> Результатов государственных испытаний
91.	Работа определяется по уравнению $A=Fl$, где сила $F=ma$, m – масса, a – ускорение, l – длина перемещения. Укажите размерность работы A .	<input type="checkbox"/> L^2MT^{-2} <input type="checkbox"/> MT^{-2} <input type="checkbox"/> L^2M <input type="checkbox"/> L^3MT^{-2}
92.	При многократном измерении массы получены значения в кг: 98, 100, 97, 101, 99, 102, 103. Укажите доверительные границы для истинного значения массы с вероятностью $P=0,95$ ($t_p=2,45$).	<input type="checkbox"/> $90,2 \text{ кг} \leq m \leq 109,8 \text{ кг}$, $P=0,95$ <input type="checkbox"/> $94,7 \text{ кг} \leq m \leq 105,3 \text{ кг}$, $P=0,95$ <input type="checkbox"/> $97 \text{ кг} \leq m \leq 103 \text{ кг}$, <input type="checkbox"/> $98 \text{ кг} \leq m \leq 102 \text{ кг}$, $P=0,95$
93.	Центр стандартизации и метрологии (ЦСМ) осуществляет государственный метрологический контроль и надзор...	<input type="checkbox"/> На определенной закрепленной за ним части на территории РФ <input type="checkbox"/> На всех предприятиях одной отрасли <input type="checkbox"/> На определенном предприятии <input type="checkbox"/> На всей территории РФ
94.	Рабочий эталон применяется для...	<input type="checkbox"/> сличения эталона сравнения <input type="checkbox"/> сличения эталона-копии <input type="checkbox"/> передачи размера единицы величины рабочим средствам измерений <input type="checkbox"/> сличения с государственным эталоном
95.	Диапазон измерения средства измерения выбирается в зависимости от...	<input type="checkbox"/> его стоимости <input type="checkbox"/> наибольшего и наименьшего возможных значений измеряемой величины <input type="checkbox"/> предела допускаемой погрешности <input type="checkbox"/> необходимой производительности измерения
96.	При многократном измерении длины L получены значения в мм: 30,2; 30,0; 30,4; 29,7; 30,3; 29,9; 30,2. Укажите доверительные границы истинного значения длины с вероятностью $P=0,98$ ($t_p=3,143$):	<input type="checkbox"/> $L = 30,1 \pm 0,3 \text{ мм}$. $P=0,98$ <input type="checkbox"/> $L = 30,1 \pm 0,8 \text{ мм}$. $t_p=3,143$ <input type="checkbox"/> $L = 30,1 \pm 0,2 \text{ мм}$. $P=0,98$ <input type="checkbox"/> $L = 30,0 \pm 0,3 \text{ мм}$. $P=0,98$

№	Вопрос	Ответ
97.	Для преобразования измерительной информации в форму, удобную для дальнейшего преобразования, передачи, хранения и обработки и недоступную для непосредственного восприятия наблюдателем, предназначены измерительные...	<input type="checkbox"/> приборы <input type="checkbox"/> системы <input type="checkbox"/> преобразователи <input type="checkbox"/> установки
98.	При многократном измерении силы F получены значения в Н: 263, 268, 273, 265, 267, 261, 266, 264, 267. Укажите доверительные границы истинного значения силы с вероятностью $P=0,90$ ($t_p=1,86$):	<input type="checkbox"/> $F = 266 \pm 2$ Н. $P=0,90$ <input type="checkbox"/> $F = 267 \pm 2$ Н. $t_p=1,86$ <input type="checkbox"/> $F = 266 \pm 6$ Н. $P=0,90$ <input type="checkbox"/> $F = 267 \pm 6$ Н. $P=0,90$
99.	Действительным значением величины не является значение, которое	<input type="checkbox"/> близко к истинному <input type="checkbox"/> может быть использовано вместо истинного значения <input type="checkbox"/> получено экспериментальным путем <input type="checkbox"/> имеет измеряемая величина
100.	Нормативный документ по метрологии, начинающийся с букв МИ называется...	<input type="checkbox"/> метрологическое издание <input type="checkbox"/> методы измерений <input type="checkbox"/> методические инструкции <input type="checkbox"/> меры и измерители
101.	Температура жидкости в Кельвинах определяется по шкале...	<input type="checkbox"/> наименований <input type="checkbox"/> абсолютной <input type="checkbox"/> отношений <input type="checkbox"/> интервалов
102.	Метод непосредственной оценки имеет следующую особенность:	<input type="checkbox"/> дает возможность выполнять измерения величины в широком диапазоне без перенастройки <input type="checkbox"/> имеет сравнительно небольшую инструментальную составляющую погрешности измерений <input type="checkbox"/> обеспечивает высокую чувствительность <input type="checkbox"/> эффективен при контроле в массовом производстве
103.	При выборе средств измерений для контроля изделий не следует учитывать...	<input type="checkbox"/> их производительность <input type="checkbox"/> их стоимость <input type="checkbox"/> квалификацию оператора <input type="checkbox"/> допуски контролируемых параметров
104.	При многократном измерении силы F получены значения в Н: 403, 408, 410, 405, 406, 398, 406, 404. Укажите доверительные границы истинного значения силы с вероятностью $P=0,95$ ($t_p=2,365$):	<input type="checkbox"/> $396,5 \text{ Н} \leq F \leq 413,5 \text{ Н}$. $P=0,95$ <input type="checkbox"/> $398 \text{ Н} \leq F \leq 410 \text{ Н}$. $P=0,95$ <input type="checkbox"/> $398 \text{ Н} \leq F \leq 410 \text{ Н}$. $t_p=2,365$ <input type="checkbox"/> $402 \text{ Н} \leq F \leq 408 \text{ Н}$. $P=0,95$

№	Вопрос	Ответ
105.	нормативная база обеспечения единства измерений основывается на...	<input type="checkbox"/> правилах по метрологии <input type="checkbox"/> основополагающих стандартах по метрологии <input type="checkbox"/> конституционной норме по вопросам метрологии <input type="checkbox"/> системе государственного метрологического контроля и надзора
106.	При изменении температуры в помещении термометр показывает 28 °С. Погрешность градуировки термометра +0,5 °С. Среднее квадратическое отклонение показаний $\sigma_T=0,3$ °С. Укажите доверительные границы для истинного значения температуры с вероятностью $P=0,9973$ ($t_p=3$):	<input type="checkbox"/> $T = 28,0 \pm 0,4$ °С. $P=0,9973$ <input type="checkbox"/> $T = 28,5 \pm 0,8$ °С. $P=0,9973$ <input type="checkbox"/> $T = 28,0 \pm 0,9$ °С. $t_p=3$ <input type="checkbox"/> $T = 27,5 \pm 0,9$ °С. $P=0,9973$
107.	К показателям качества контроля параметров не относится	<input type="checkbox"/> Вероятность приемки дефектных изделий <input type="checkbox"/> Величины выхода контролируемого параметра за допустимые пределы у неправильно принятых изделий <input type="checkbox"/> Вероятность бракования (не принятия) годных изделий <input type="checkbox"/> Допуск контролируемого параметра
108.	Коэффициент полезного действия определяется по шкале...	<input type="checkbox"/> Абсолютной <input type="checkbox"/> Наименований <input type="checkbox"/> Порядка <input type="checkbox"/> Отношений
109.	При многократном взвешивании массы m получены значения в кг: 94, 98, 101, 96, 94, 93, 97, 95, 96. Укажите доверительные границы истинного значения массы с вероятностью $P=0,98$ ($t_p=2,986$).	<input type="checkbox"/> $m = 96 \pm 3$ кг. $P=0,98$ <input type="checkbox"/> $m = 96,0 \pm 2,2$ кг. $P=0,98$ <input type="checkbox"/> $m = 97,0 \pm 2,2$ кг. $P=0,98$ <input type="checkbox"/> $m = 96,0 \pm 6,6$ кг. $t_p=2,986$
110.	Единица измерения давления – миллиметр ртутного столба – является единицей...	<input type="checkbox"/> Допускаемой к применению наравне с единицами SI <input type="checkbox"/> Системной <input type="checkbox"/> Изъятая из употребления <input type="checkbox"/> Внесистемной
111.	Для измерения напряжения в сети $U=240\pm 18$ В целесообразно использовать вольтметр в предельном допуске погрешности	<input type="checkbox"/> 9 В <input type="checkbox"/> 36 В <input type="checkbox"/> 2 В <input type="checkbox"/> 18 В

<i>№</i>	<i>Вопрос</i>	<i>Ответ</i>
112.	При многократном измерении длины L получены значения в мм: 91, 95, 90, 93, 91, 94. Укажите доверительные границы истинного значения длины с вероятностью $P=0,99$ ($t_p=3,707$).	<input type="checkbox"/> $89,2 \text{ мм} \leq L \leq 94,8 \text{ мм}$. $P=0,99$ <input type="checkbox"/> $90 \text{ мм} \leq L \leq 95 \text{ мм}$. $P=0,99$ <input type="checkbox"/> $90 \text{ мм} \leq L \leq 95 \text{ мм}$. $t_p=3,707$ <input type="checkbox"/> $84,6 \text{ мм} \leq L \leq 99,4 \text{ мм}$. $P=0,99$
113.	Процесс установления взаимно однозначного соответствия между размерами двух величин называют...	<input type="checkbox"/> Измерительным преобразованием <input type="checkbox"/> Упорядочением <input type="checkbox"/> Идентификацией <input type="checkbox"/> Согласованием
114.	Процесс получения и обработки информации об объекте с целью установления его функциональной пригодности называют...	<input type="checkbox"/> Калибровкой <input type="checkbox"/> Контролем <input type="checkbox"/> Сертификацией <input type="checkbox"/> Аттестацией

Промежуточная аттестация студентов. Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Метрология» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Промежуточной аттестацией является экзамен (зачет) в письменной и устной форме с использованием письменных заданий и собеседования.

Вопросы для собеседования:

1. Измеряемые величины.
2. Качественная характеристика измеряемых величин.
3. Количественная характеристика измеряемых величин.
4. Единицы измерений.
5. Основной постулат метрологии.
6. Формы представления результатов измерения
7. Законы распределения вероятности и их числовые характеристики.
8. Влияющие факторы: исключение, внесение поправок.
9. Влияющие факторы: ситуационное моделирование, обнаружение и исключение ошибок.
10. Измерительная информация.

11. Однократное измерение.
12. Многократное измерение с равноточными значениями отсчета: точечные оценки числовых характеристик.
13. Многократные измерения с равноточными значениями отсчета: проверка нормальности закона распределения вероятности результата измерения.
14. Многократные измерения с равноточными значениями отсчета: обработка экспериментальных данных, подчиняющихся и не подчиняющихся нормальному закону распределения вероятности.
15. Многократные измерения с неравноточными значениями отсчета.
16. Обработка результатов нескольких серий измерений.
17. Единство измерений.
18. Воспроизведение основных единиц физических величин.
19. Передача информации о размерах единиц.
20. Классификация измерений.
21. Классификация средств измерений.
22. Нормируемые метрологические характеристики и классы точности средств измерений.
23. Метрологическая надежность средств измерений.
24. Режимы работы средств измерений.
25. Измерительные задачи и их общая характеристика.
26. Измерение в химическом анализе: качественный и количественный химический анализ.
27. Концентрации: как физическая величина, единицы концентрации, воспроизведение единиц концентрации, роль высокочистых веществ в обеспечении единства измерений концентраций, образцовые меры концентраций и градуировка.
28. Правильность результатов химического анализа: контроль правильности измерений концентрации и стандартные образцы.
29. Факторы, влияющие на точность измерений.
30. Определение точности измерений расчетным путем.

31. Математические действия с одним результатом измерения.
32. Математические действия с несколькими результатами измерений.
33. Качества измерений. Точность достоверность, правильность, сходимостью, воспроизводимостью и погрешностью измерений. Абсолютная и относительная, статическая и динамическая, систематическая и случайная погрешности, грубые промахи. Группы причин возникновения погрешностей.
34. Представление результатов измерений. Математические действия с результатами многократных измерений. Определение характера распределения полученных данных. Критерий Пирсона и составной критерий, условия применения. Правила представления окончательного результата.
35. Однократные измерения. Область применения. Условия, необходимые для проведения однократных измерений. Пять вариантов априорной информации, условия применения неравенства Чебышева. Определение грубых ошибок и промахов. Правила представления окончательного результата.
36. Метрологическое обеспечение. Основной источник информации, характеризующий испытываемую продукцию. Нормативная и правовая основа метрологического обеспечения. Метрологическое обеспечение контроля, испытаний и измерений. Достоверность определения показателей качества продукции. Измерительное оборудование, маркировка, калибровка, юстировка, поверка, система управления измерительным процессом.
37. Условия измерений. Влияние условий измерений на состояние объекта, дополнительная погрешность, нормальные, рабочие и предельные условия измерений. Достоверность, правильность, сходимостью и воспроизводимостью, размер допускаемой погрешности.
38. Этапы становления метрологии как науки. История развития метрологии. История русских мер и весов. Связь русских и английских мер и весов. Кратные и дольные единицы измерения физических величин. История создания Международной системы единиц SI. История создания единиц измерения метра, килограмма, термодинамической температуры. Виды метрологии, изучаемой в РФ – теоретическая, прикладная, законодательная и историческая.

39. Измеряемые величины. Качественная характеристика измеряемых величин. Общие правила конструирования систем единиц физических величин. Системы единиц физических величин. Количественная характеристика измеряемых величин. Единицы измеряемых величин.

40. Основной постулат метрологии. Определение процедуры измерения по шкале отношений. Главная особенность измерительной процедуры. Математическая модель измерения по шкале отношений. Способы представления результата измерения. Графики распределения вероятности отсчета и функция распределения вероятности отсчета. Гистограмма. Полигон. Плотность распределения вероятности отсчета

41. Законы распределения вероятности. Интегральная и дифференциальная функции распределения вероятности. Числовые характеристики закона распределения вероятности. Основные виды числовых моментов – начальные, центральные, математическое ожидание, дисперсия, асимметрия, эксцесс, энтропия. Использование вышеперечисленных понятий на практике.

42. Влияющие факторы. Учет факторов при подготовке и проведении высокоточных измерений в метрологической практике – объект, способ, средства и условия измерений. Исключение влияющих факторов – способ замещения, компенсация влияющего фактора по знаку, способ симметричных измерений, внесение поправок.

43. Обнаружение и исключение ошибок. Вероятность появления ошибочных значений отсчета. Определение ошибок при однократных измерениях. Расположение полученных значений отсчета при нормальном законе распределения. Доверительный интервал и доверительные границы при представлении результатов измерений. Правило трех сигм.

Критерии оценки:

✓ 100-86 баллов выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, чётко и логически стройно его излагает.

✓ 85-76 баллов выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

✓ 75-61 балл выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей.

60-50 баллов выставляется студенту, он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки.

Комплект заданий для выполнения лабораторных работ

по дисциплине _____ Метрология _____
(наименование дисциплины)

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Тема: Настройка и регулировка аналитических весов ВЛР-200 г

Цель занятия: Практической освоение методов регулировки и настройки аналитических весов ВЛР-200 г.

Задачи лабораторной работы

1. Изучить устройство и принцип работы аналитических весов 2 класса – ВЛР-200 г.
2. Изучить условия размещения и правила монтажа весов в лабораторных помещениях.
3. Изучить правила подготовки весов к эксплуатации.
4. Ознакомление с порядком работы на весах ВЛР-200 и их техническое обслуживание.

Информационные источники

Весы лабораторные равноплечие модели ВЛР-200 г. – № 253. – Паспорт 1К2. 790. 300 ПС. – 1973. – 15 с.

НАЗНАЧЕНИЕ

Весы лабораторные равноплечие модели ВЛР-200 г предназначены для точного определения массы вещества при производстве лабораторных анализов в различных отраслях народного хозяйства.

Работа на весах может производиться в районах с любыми климатическими условиями, в лабораторных помещениях, при температуре окружающего воздуха $+20\pm 2$ °С, относительной влажности от 30 до 80 % и атмосферном давлении 760 ± 25 мм. рт. ст. Технические характеристики весов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Наименование параметров	Номинальное значение
1	2
1. Наибольший предел взвешивания, г	200
2. Цена деления шкалы, мг	1
3. Точность отсчета по делительному устройству, мг	0,05
4. Диапазон измерения массы по шкале, мг	100

5. Погрешность измерения массы по шкале, мг, не более	±0,15
6. Вариация показаний весов, мг, не более	
7. Погрешность из-за неравноплечести коромысла, мг, не более	0,15
8. Погрешность включений встроенных гирь, мг, не более	2
9. Среднее квадратическое отклонение результата измерения, мг, не более	±0,12
10. Допускаемая погрешность взвешивания, мг, не более:	
до 50 г	0,05
от 50 до 200 г	
11. Время успокоения колебаний коромысла, сек, не более	0,5
	1,0
	25
12. Диапазон измерения массы с помощью гиревого механизма, мг	от 100 до 900
13. Напряжение питания весов, переменным током частотой 50 гц, В	127 или 220

УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ

Весы модели ВЛР-200 г являются равноплечими весами с именованной шкалой и встроенными гирями на неполную нагрузку. Работа на весах производится с применением методов точного взвешивания.

Весы состоят из следующих основных узлов (см. рис.1):

- а) основания (1),
- б) коромысла (10) со стрелкой (19),
- в) серег (8) с подвесками (3),
- г) успокоителей колебаний коромысла (5),
- д) гиревого механизма (15),
- е) изолира,
- ж) оптического устройства,
- з) делительного устройства (16),
- и) кожуха,
- к) выносного трансформатора.

Корпус весов состоит из основания (1), платы, стоек, соединяющих основание и плату, задней металлической стенки, переднего и боковых стекол.

На основании весов закреплена прямоугольная полая стойка (13), проходящая через отверстие в плате; в верхней части стойки крепится кронштейн с рычагами изолира (6) и опорная подушка.

Между платой и основанием стойка закрыта коробчатым кожухом (4).

На основании закреплены также части изолира и оптического устройства.

Под основанием по центру весов выведена ручка, которая предназначена для настройки четкости изображения шкалы.

На плате установлены гиревой механизм (15), делительное устройство (16), детали оптического устройства, нижние корпуса успокоителей колебаний коромысла.

Снизу в основание ввернуты три установочные ножки (18), две из которых регулируются.

Коромысло (10) выполнено из алюминиевого сплава.

На полотне коромысла закреплена опорная призма (12), седла с грузоприемными призмами (7) и стрелка (19) с оптической шкалой (21).

Для регулирования положения равновесия коромысла справа и слева в коромысло ввернуты винты с тарировочными гайками (9).

Для регулировки положения центра тяжести в верхней части коромысла имеется винт с регулировочными гайками (11).

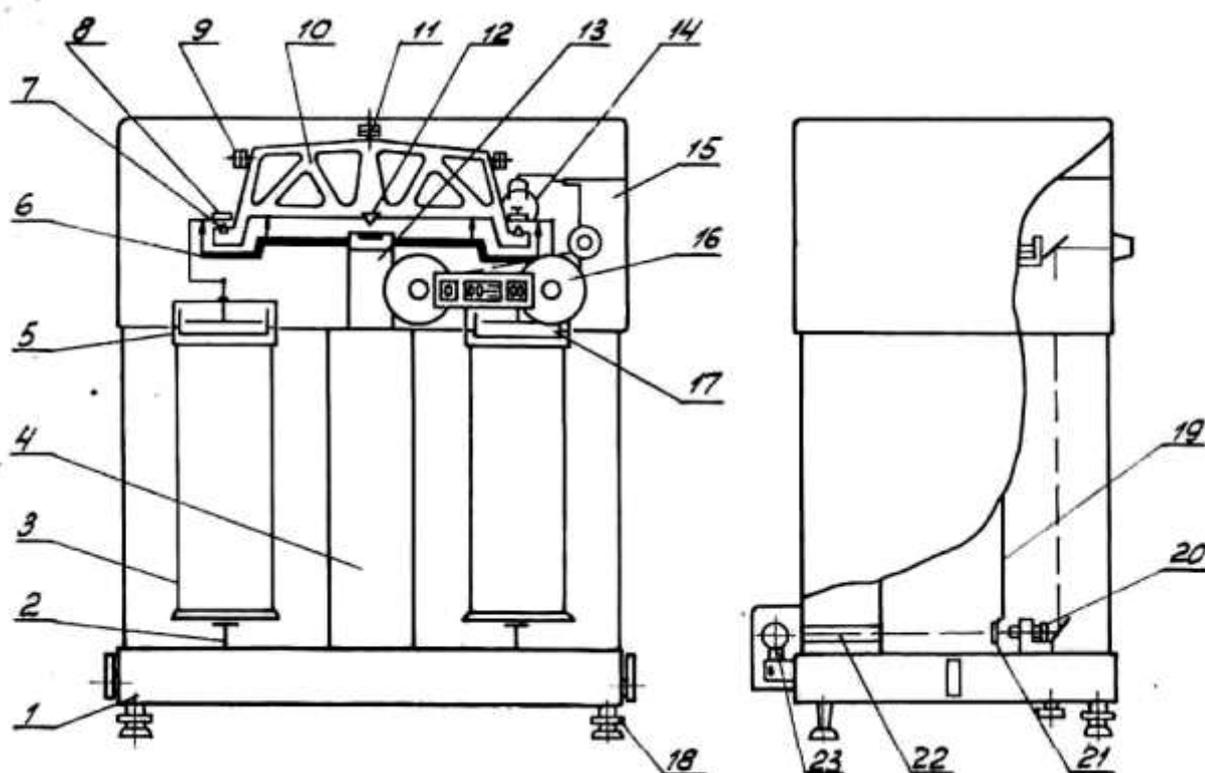


Рис. 1. Устройство весов

На нижнем конце стрелки закреплена оптическая шкала, имеющая 101 оцифрованную отметку (от 0 до 100) и по 12 запасных отметок по обе стороны оцифрованной части шкалы.

На грузоприемные призмы опираются подушки серьги (8); на нижних крючках серег подвешены стаканы успокоителей колебаний. На верхний крючок серьги навешивается дужка, на крючки которой одевается подвеска (3).

Воздушные успокоители колебаний коромысла (5) состоят из двух корпусов – верхнего (станкана) и нижнего. Нижний корпус имеет двойные стенки; он крепится на плате весов.

При помощи гиревого механизма производится наложение (или снятие) встроенных гирь (14) на планку правой серьги.

Ручка управления механизмом вынесена на боковую переднюю стенку кожуха весов.

При повороте ручки в окне кожуха появляются цифры, указывающие массу навешанных встроенных гирь (в сотнях миллиграммов).

Механизм изолира состоит из валика с эксцентриками, штанги изолира, рычагов с подхватами, арретиров (2) и двух ручек, вынесенных на боковые стенки основания весов.

Включение весов производится поворотом любой из ручек в верхнее положение.

При повороте ручек в нижнее положение происходит изолирование коромысла и серег. Одновременно пружинные арретиров касаются чашек.

Оптическое устройство предназначено для проецирования изображения шкалы на экран. Оно состоит из осветителя (23), конденсора (22), объектива (20), трех зеркал и экрана (17).

Для снятия отсчета по шкале на экране имеется отсчетная отметка в виде двух параллельных штрихов.

Весы имеют механизм регулирования нулевого положения шкалы, ручка которого вынесена на боковую стенку кожуха.

Делительное устройство позволяет снимать отсчет на весах с точностью до 0,05 мг; оно состоит из редуктора с отсчетным диском, соединенного параллелограммом с качающейся плоскопараллельной стеклянной пластинкой.

Диск делительного устройства разделен на 20 частей, которые обозначены оцифровкой от «00» до «95» через 5 единиц; полный оборот диска соответствует изменению отсчета по шкале на одно деление (1 мг).

На экране снимаются отсчеты по лимбу гиревого механизма, по шкале и по диску делитель-

ного устройства.

Схема расположения показаний на экране приведена на рис.2.

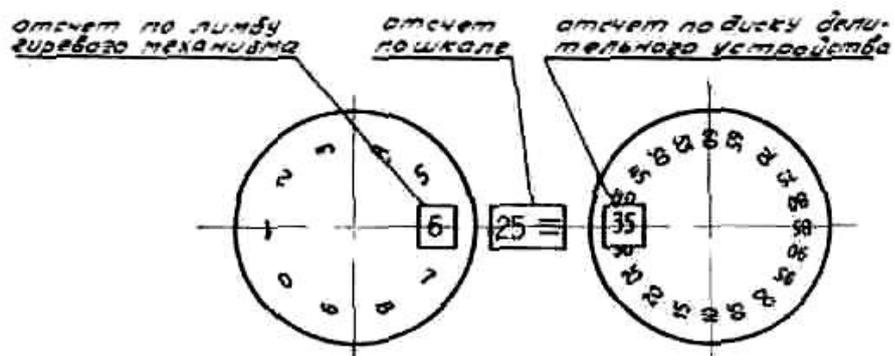


Рис. 2. Схема отсчета по диску делительного устройства

Если, например, в левом окне экрана установилась цифра 6 диска гиревого механизма, в центральном окне – отметка числа 25 шкалы и число 35 в окне делительного устройства, то суммарный отсчет на экране будет равен 625,35 мг (или 0,62535 г).

Сверху весы закрыты кожухом, в передней стенке которого имеются окна против соответствующих окон экрана.

Установка весов по уровню производится вращением регулировочных ножек в основании весов.

Питание весов осуществляется от сети переменного тока напряжением 127 или 220 в через выносной трансформатор.

Включение (или выключение) подсветки шкалы производится микро выключателем при включении (или выключении) весов.

РАЗМЕЩЕНИЕ И МОНТАЖ

Для предохранения от сотрясений, случайных толчков и вибраций весы должны быть установлены на специальном фундаменте, не связанном с полом помещения, или на кронштейны, заделанные в капитальную стену.

Температура в помещении должна быть в пределах $+20 \pm 2$ °С при относительной влажности от 30 до 80 % и не должна изменяться в процессе работы более чем на 0,5 °С в течение 1 часа.

В воздухе не должно содержаться вредных примесей, вызывающих коррозию.

Весы не должны подвергаться солнечной радиации, а также одностороннему нагреванию или охлаждению.

Распакованные детали и узлы следует тщательно очистить от пыли, а призмы и подушки протереть спиртом.

Порядок монтажа.

Установите весы по уровню вращением двух регулировочных ножек.

Снимите ручки и снимите кожух весов.

Поверните ручку изолира в верхнее положение, осторожно введите коромысло со стрелкой в весы и, поворачивая ручку изолира в нижнее положение, установите коромысло на упоры.

Правильно установленное коромысло должно покоиться на трех упорах, а между опорной призмой и подушкой должен быть виден просвет по всей длине призмы.

Примечание: При установке коромысла и серег будьте внимательны и оберегайте их от ударов, избегая тем самым повреждения призм и подушек.

Вставьте арретир в гнезда основания.

Установите серьги на упоры. Наденьте ручку на валик управления гиревым механизмом и, поворачивая ее, поочередно опускайте рычаги, для удобства при навешивании кольцевых гирь. Навесьте гири, начиная от задней стенки, в следующем порядке: 100 мг, 300 мг, 300 мг и 200 мг.

После навешивания гирь, поворачивая ручку, убедитесь, что масса гирь соответствует оцифровке на диске гиревого механизма и гири падают в прорези планки.

Посадка и снятие гирь должны производиться плавно, без рывков.

На нижние крючки серег навесьте стаканы успокоителей колебаний.

На верхние крючки серег навесьте дужку, на которую затем навесьте подвески.

При установке следите, чтобы слева были установлены арретир, серьга и подвеска, замаркированные цифрой «1», а правая – цифрой «2».

Открывая и закрывая изолир, убедитесь в правильной его работе: движущиеся части изолира должны работать плавно и бесшумно; арретиры, опускаясь, должны отделяться от чашек раньше посадки серег на коромысло; при введении весов в рабочее состояние просвет между подушками серег и грузоприемными призмами должен закрываться раньше, чем просвет между опорной призмой и подушкой, а при изолировании весов сначала должно изолироваться коромысло, а затем серьги. Стаканы успокоителей колебаний, должны свободно двигаться в корпусах.

Снимите кожух трансформатора и убедитесь, что провода с вилкой, обозначенные надписью «сеть», распаяны на клеммы, соответствующие напряжению сети (по обозначениям на колодке).

При необходимости концы проводов перепаять и закрыть трансформатор кожухом. Если трансформатор выполнен в пластмассовом корпусе, проверьте установку переключателя на соответствие напряжению сети, при необходимости, переставьте переключатель.

С завода весы выпускаются на напряжение 220 в.

Вставьте шнур с вилкой, идущие от гнезда с надписью «Прибор» или «б V» в штепсельное гнездо в основании весов, включите трансформатор в сеть и поворотом ручки изолира в верхнее положение включите лампу осветителя.

Разворотом и осевым перемещением патрона с лампой в держателе установите максимальную яркость и равномерное освещение экрана.

При отсутствии четкого изображения шкалы, вращением ручки под основанием весов установите наилучшую четкость изображения.

Примечание: Проведя монтаж, еще раз проверьте установку стаканов в успокоителях колебаний весов, открывая и закрывая изолир убедитесь, что коромысло и серьги находятся на своих местах. Поворотом ручки гиревого механизма проверьте посадку колец в прорези планки.

Наденьте кожух прибора и ручки на валики.

Отрегулируйте нулевое положение шкалы, для чего установите диск делительного устройства на отметку «00» и ручкой регулировки нуля введите нулевую отметку шкалы между штрихами отсчетной отметки экрана.

Если расхода механизма для регулирования нулевого положения шкалы недостаточно, следует произвести подрегулировку тарировочными гайками коромысла.

ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

После монтажа и регулировки необходимо произвести определение основных характеристик весов.

Проверку весов следует начинать не ранее, чем через 24 часа после их установки.

Хождение возле рабочего места во время работы на весах не разрешается.

Включение весов производится за 20-30 мин. до начала работы.

Перед началом поверки еще раз убедитесь в том, что весы установлены по уровню.

Проверьте также правильность установки нулевой отметки шкалы и отсутствие вибрации по изображению шкалы на экране.

Проверьте погрешность измерения массы по шкале в следующем порядке:

а) установите диск делительного устройства на отметку «30»;

б) с помощью гиревого механизма навесьте кольцевую гирю 100 мг и уравновесьте ее гирей, любого класса массой 100 мг на левой чашке весов так, чтобы положение равновесия коромысла было в пределах одного деления от нулевой отметки шкалы;

в) ручкой регулирования нулевого положения введите нулевую отметку шкалы между штрихов отсчетной отметки экрана;

г) с помощью гиревого механизма снимите навешенную встроенную гирю 100 мг;

д) ручкой делительного устройства введите отметку «100» шкалы в отсчетную отметку экрана и снимите отсчет по диску делительного устройства.

Отсчет должен находиться в интервале отметок от «15» до «45»;

е) в случае, если отсчет по диску делительного устройства выходит из указанных пределов, произведите подрегулировку весов гайками регулировки центра тяжести сверху коромысла:

Для этого снимите ручки на кожухе весов, кожух и ослабьте гайки центра тяжести.

Поверните гайки центра тяжести на пол-оборота – оборот:

— против часовой стрелки, если отсчет по диску делительного устройства меньше «15»;

— по часовой стрелке, если отсчет больше «45».

Закрепите гайки центра тяжести, установите снятые с весов детали и вновь проверьте погрешность измерения массы по шкале как указано выше.

Примечание: Наложение гирь на чашки весов, их снятие, навешивание и снятие встроенных гирь производите только при изолированном положении весов.

Проверьте вариацию показаний весов и погрешность из-за смещения нулевого положения.

Р и Р₁ – две равные гири номинальной массой по 200 г каждая. Расчет вариации показаний весов производится по формуле:

$$\Delta_P = (\Delta L_{MAX} - \Delta L_{MIN}) \text{ мг,}$$

где ΔL_{max} и ΔL_{min} выбираются по табл. 2 из пяти значений ΔL .

Погрешность весов из-за смещения нулевого положения определяется по формуле:

$$\Delta_0 = (L_{0max} - L_{0min}) \text{ мг,}$$

где L_{0max} и L_{0min} выбираются по табл. 2 из пяти значений L_0

Для этого проведите проверку весов согласно табл. 2.

Таблица 2

Нагрузка на чашки		Отсчет положений равновесия коромысла			Среднее значение отсчета положения равновесия коромысла		Разность положений равновесия $\Delta L = L_p - L_o$
левую	правую	l_1	l_2	l_3	Нагруженных весов l_p	Ненагруженных весов l_o	
0 Р	0 Р ₁				L _{p2}	L _{o1}	$\Delta L_1 = L_{p2} - L_{o1}$
0 Р	0 Р ₁				L _{p4}	L _{o3}	$\Delta L_2 = L_{p4} - L_{o3}$
0 Р	0 Р ₁				L _{p6}	L _{o5}	$\Delta L_3 = L_{p6} - L_{o5}$
0 Р	0 Р ₁				L _{p8}	L _{o7}	$\Delta L_4 = L_{p8} - L_{o7}$
0 Р	0 Р ₁				L _{p10}	L _{o9}	$\Delta L_5 = L_{p10} - L_{o9}$

Примечание: При проверке следите, чтобы одни и те же гири каждый раз накладывались на те же чашки весов.

Вариация показаний весов и погрешность весов из-за смещения нулевого положения не должны превышать 0,15 мг.

Регулировка весов с Δ_P и Δ_0 , превышающими допустимое значение, должна производиться опытным механиком-юстировщиком.

ПОРЯДОК РАБОТЫ

Перед началом каждого взвешивания необходимо установить на отметку «00» диск делитель-

ного устройства и ввести в отсчетную отметку экрана нулевую отметку шкалы ручкой регулировки нуля.

Последовательность действий, выполняемых оператором при взвешивании, определяется выбранным методом точного взвешивания.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

В нерабочем состоянии весы должны находиться только в изолированном положении, при этом диски гиревого и делительного механизмов должны быть установлены на нулевые отметки.

Регулярно, не реже одного раза в неделю, необходимо проверять погрешность измерения массы по шкале, как указано в настоящей инструкции.

Весы следует ежедневно подвергать осмотру и очищать снаружи от пыли.

Не допускается оставлять на чашках весов взвешиваемые вещества или гири.

После окончания работы обязательно выключить весы и отключить трансформатор от сети.

ЛР 2. Калибровка бюретки (13,5 часов)

Практическое освоение способов калибровки бюреток.

Задачи:

1. Провести калибровку бюретки;
2. При необходимости составить таблицу поправок бюретки для последующей работы.

Пипетки служат для точного отмеривания определенного объема жидкости. Различают пипетки для жидкостей и газовые пипетки.

Пипетки для жидкостей (рис. 1.).

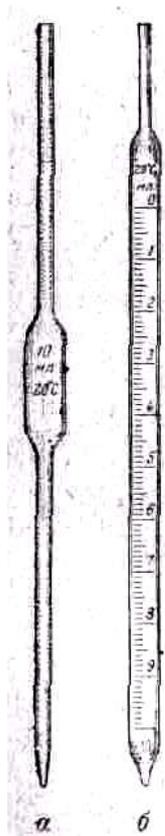


Рис. 1. Пипетки:
а — простая;
б — градуированная.

Обычные пипетки (пипетки Мора) представляют собой стеклянные трубки небольшого диаметра с расширением посередине. Нижний конец пипетки слегка оттянут и имеет диаметр около 1 мм.

Для наполнения пипетки нижний конец ее опускают в жидкость и втягивают последнюю при помощи груши или ртом, но при этом следует пользоваться специальными приспособлениями.

Засасывание жидкости нужно научиться делать отрывистыми сосательными движениями языка (или губами), но только не вдыхая воздух из пипетки (обычная ошибка начинающих). Проводя засасывание, нужно совершенно свободно дышать через нос и следить, чтобы кончик пипетки все время находился в жидкости. Жидкость набирают так, чтобы она поднялась на 2-3 см выше метки, затем быстро закрывают верхнее отверстие указательным пальцем правой руки, придерживая в то же время пипетку большим и средним пальцами. Очень полезно указательный палец слегка увлажнить, так как влажный палец более плотно закрывает пипетку.

Когда пипетка наполнена, ослабляют нажим указательного пальца, в результате чего жидкость будет медленно вытекать из пипетки; как только нижний мениск жидкости окажется на одном уровне снова прижимают (рис. 2.).

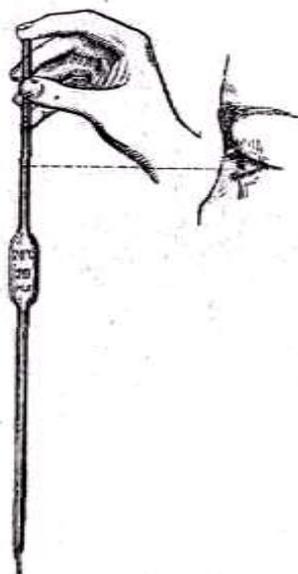
ние пипетки при установлении мениска на уровне черты.

конце пипетки после этого будет висеть капля, ее

с меткой, палец

Рис. 2. Положе-

Если на



следует осторожно удалить. Введя пипетку в сосуд, отнимают указательный палец и дают жидкости стечь по стенке сосуда. После того как жидкость вытечет, пипетку держат, в течение еще 5 сек (считая до 5) прислоненной к стенке сосуда, слегка поворачивая вокруг оси, после чего удаляют пипетку, не обращая внимания на ставшуюся в ней жидкость.

Выливание раствора из пипетки в коническую колбу показано на рис. 3.

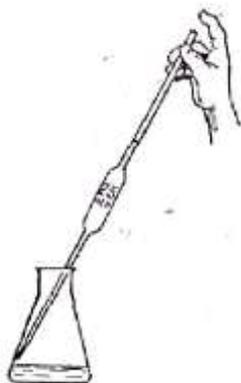


Рис. 3. Выливание раствора из пипетки.

Очень важно, чтобы раствор стекал именно по стенке конической колбы и не взбрызгивался, так как при этом часть выливаемого раствора может попасть на стенку колбы и при последующем проведении работ не вступит в реакцию с раствором, выливаемым из пипетки (бюретки).

Следует помнить, что объем жидкости, вытекающей из пипетки, зависит от способа вытекания и последний должен быть таким же, как и применяемый при калибровании пипеток. В СССР способ калибрования стандартизирован; стандартная температура $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Поэтому никогда не следует стремиться выгонять остатки, жидкости из пипетки вдуванием или нагреванием рукой расширенной части пипетки. Для отбора растворов ядовитых веществ следует пользоваться или обычными пипетками с грушей или пипетками, в верхней части которых выше метки имеется одно или два шарообразных расширения; раствор такой пипеткой отбирают также при помощи груши или другого приспособления.

Для наполнения пипеток любыми жидкостями можно пользоваться приспособлением, изображенным на рис. 4.

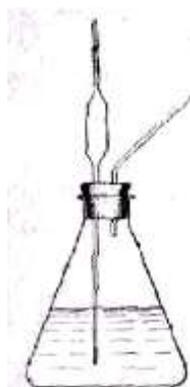


Рис. 4. Наполнение пипетки душно пахнущими или ядовитыми жидкостями.

Это коническая колба, снабженная резиновой пробкой. В пробке делают два отверстия: одно – такого диаметра, чтобы в него свободно, но не болтаясь, входила трубка пипетки, другое – для стеклянной трубки, изогнутой под тупым углом (как у промывалки). В коническую колбу наливают жидкость, которую необходимо взять пипеткой. В пробку вставляют пипетку так, чтобы конец ее доходил почти до дна конической колбы. После этого, придерживая пробку рукой, вдувают в колбу через изогнутую трубку воздух при помощи резиновой груши или иного приспособления. В колбе создается небольшое давление, заставляющее жидкость заполнить пипетку. Когда уровень жидкости поднимется выше метки, пипетку или закрывают пальцем, как обычно, или же надевают на нее колпачок из резиновой трубки соответствующего диаметра, причем один конец этой трубки должен быть закрыт куском стеклянной палочки или маленькой пробкой. Уровень жидкости до метки доводят, как обычно.

Для предотвращения попадания вредных жидкостей в рот при засасывании применяют простое приспособление из небольшого отрезка резиновой трубки, внутри которой помещают стеклянный шарик (бусинку).



Рис. 5. Приспособление для заполнения пипетки (с бусиной).

Резиновую трубку надевают на верхний конец пипетки (рис. 5) и, надавливая рукой на трубку в том месте, где находится бусина, втягивают ртом, грушей или иным приспособлением жидкость в пипетку.

Когда уровень жидкости будет находиться на расстоянии около 10 мм от черты, бусину отпускают и всасывание прекращают. Для наполнения пипетки до нужного уровня бусину передвигают к открытому концу трубки. В результате этого в пипетке создается вакуум и уровень жидкости поднимается. Передвигая бусину, можно очень точно отмерить заданный объем. Длина резиновой трубки должна быть около 15 см, а диаметр должен соответствовать диаметру верхней части пипетки. Чтобы вылить жидкость из пипетки, нужно или сжать трубку в том месте, где находится бусина, или же снять трубку.

Это приспособление очень удобно для работы с градуированными микропипетками, так как, передвигая бусину, можно точно регулировать количество вытекающей жидкости.

Для отмеривания малых объемов жидкостей применяют микропипетки емкостью 1, 2, 3 и 5 мл. Микропипетки часто градуируют, они имеют деления в 0,01 мл, что позволяет делать отсчет с точностью 0,002-0,005 мл.

Градуированной пипеткой можно отбирать не только один определенный объем жидкости (как обыкновенными пипетками), но любой в пределах ее емкости. Жидкость набирают в пипетку до нужной метки (нижний мениск жидкости находится на уровне последней) и затем выливают ее, как обычно.

Пипетки должны быть всегда чисто вымытыми; их следует ставить в особый штатив и закрывать сверху маленькими пробирками или куском чистой фильтровальной бумаги. Если штатива в лаборатории нет, пипетки можно хранить в стеклянном цилиндре, на дно которого предварительно кладут несколько слоев чистой фильтровальной бумаги, вырезанной кружками. После работы пипетку ополаскивают несколько раз дистиллированной водой и помещают в стеклянный цилиндр, каждый раз заменяя верхний слой фильтровальной бумаги свежим.

Обычными пипетками нельзя отмеривать жидкости, вязкость которых заметно отличается от вязкости воды, например концентрированные кислоты, щелочи и т.п., так как объем отобранной жидкости не будет соответствовать указанному. Для отбора таких жидкостей пользуются специально прокалиброванными пипетками.

При обращении со всеми видами пипеток нужно обязательно придерживаться следующих правил:

1. Пипетка при отборе жидкости, всегда должна находиться в строго вертикальном положении.

2. При установке нижнего мениска на уровне черты глаз наблюдателя должен быть расположен в одной плоскости с меткой (метки на передней и задней стенках должны при этом сливаться в одну).

Бюретки применяют при титровании, для измерения точных объемов и пр. Различают бюретки объемные, весовые, поршневые, микробюретки и газовые.

Объемные бюретки. Это – стеклянные трубки с несколько оттянутым нижним концом или снабженные краном. На наружной стенке по всей длине бюретки нанесены деления в 0,1 мл, так что отсчеты можно вести с точностью до 0,02 мл.

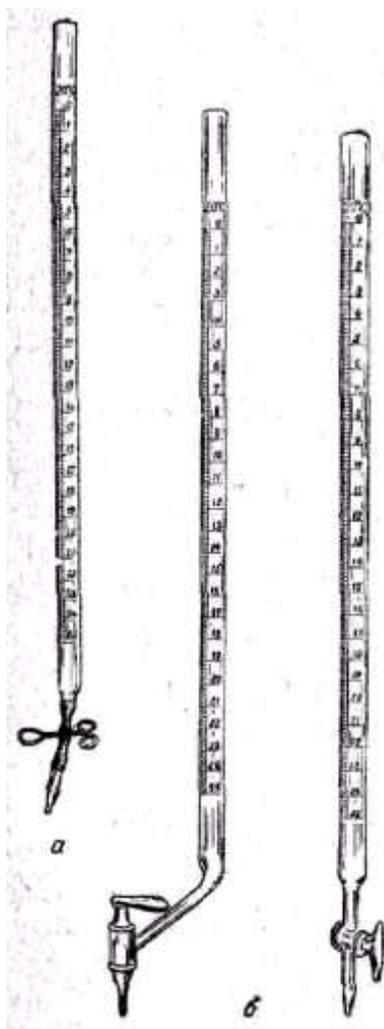


Рис. 6. Бюретки объемные.

Бюретки (рис. 6) бывают двух типов: с притертым краном (б) и бескрановые с оттянутым концом (а), к которому посредством резиновой трубки присоединяют оттянутую в капилляр стеклянную трубку; резиновую трубку зажимают зажимом Мора или же внутрь ее закладывают стеклянную бусину (рис. 7).

Рис. 7. Резиновая насадка с бусиной для бюреток.

В бюретки с краном можно наливать все жид-

кости за исключением щелочей, которые могут вызывать заедание притертого крана. Для работы со щелочами применяют бескрановые бюретки с резиновой насадкой.

Для работы в учебных лабораториях или в тех случаях, когда титрование проводят редко, и при всех временных работах бюретки укрепляют на лабораторных штативах в лапках. Однако лапки (рис. 8, а) закрывают часть делений бюретки, поэтому значительно удобнее применять держатели для бюреток (рис. 8, б). Держатели делают из проволоки и закрепляют бюретку таким образом, чтобы они не мешали отсчету.

Так как бюретки предназначены для очень ответственной работы – титрования, их следует содержать в особенной чистоте.

Объем некоторых растворов, например $K_2Cr_2O_7$, бывает трудно отмерить при помощи бюретки, даже вымытой самым тщательным образом, так как на внутренней стенке бюретки остаются прилипшие капли раствора. Отметить положение мениска у таких растворов также трудно. Для подобных растворов рекомендуют делать внутреннюю стенку бюретки несмачиваемой, что достигается нанесением на стекло тончайшего слоя вазелина или вазелинового масла. Тогда мениск раствора делается не вогнутым, а

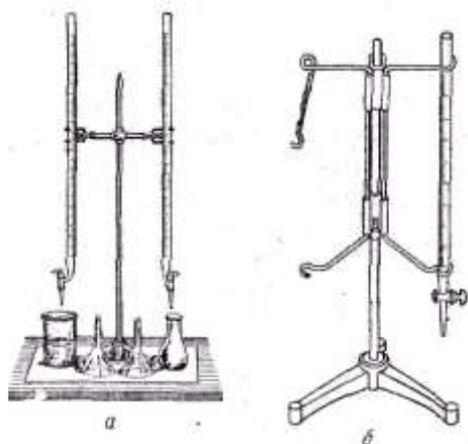


Рис. 8. Крепление бюреток.

выпуклым (как у ртути в стеклянной трубке), жидкость к стенкам не пристает и положение мениска отмечают без труда.

Кроме того, отличные результаты дает покрытие внутренней поверхности бюреток и другой измерительной и

химической посуды тончайшей силиконовой пленкой.

После работы бюретку следует вымыть водой и оставить ее в штативе, перевернув открытым концом вниз. Чтобы в бюретку не попадала пыль, ее лучше заткнуть кусочком ваты. У бюреток с краном нужно вынуть кран, обернуть его один раз куском чистой фильтровальной бумаги и снова вставить в бюретку. Если этого не сделать, шлиф может испортиться и кран будет протекать.

Для обычных работ кран у бюретки можно смазать очень тонким слоем вазелина, которым слегка смазывают шлиф и, поворачивая кран взад и вперед, добиваются равномерного распределения смазки.

Имеются также специальные смазки для кранов.

При работе с бескрановыми бюретками следует учитывать, что некоторые растворы могут вредно действовать на резиновую трубку. Например, такое действие оказывают даже очень разбавленные растворы йода. Окислители также не следует надолго оставлять в соприкосновении с резиной, так как они хотя и очень медленно, но все же действуют на резиновую трубку, придавая ей хрупкость.

Бюретки заполняют жидкостью через воронку с коротким концом, таким, чтобы он не доходил до нулевого деления бюретки. Затем открывают кран или зажим, чтобы заполнить раствором часть бюретки, расположенную ниже крана или зажима до нижнего конца капилляра. Это нужно проделать очень тщательно, чтобы в отводной части бюретки не оставалось пузырьков воздуха. Если они останутся, то при титровании израсходованный объем жидкости будет определен неправильно.

У бескрановых бюреток пузырек воздуха можно удалить, загнув резиновую трубку с капилляром так, чтобы кончик капилляра был направлен вверх и в сторону от работающего и его соседей. Затем осторожно открывают зажим и вытесняют раствором весь воздух. Зажим закрывают, когда из кончика капилляра начнет вытекать жидкость. Если пузырек воздуха остается в бюретке с краном, его нужно попробовать удалить быстрым опусканием жидкости (кран открыть полностью). Если это не помогает, нижний конец бюретки опускают в стакан с той же жидкостью и через верхний конец всасывают немного раствора. При этом пузырек воздуха всплывает. Бюретку устанавливают на нуль только после того, как работающий убедится, что в капилляре или кончике бюретки не осталось пузырьков воздуха.

Бюретки можно заполнять также и через нижний конец, для этого на него надевают резиновую трубку подходящего диаметра, на другой конец которой насаживают чистую тонкую стеклянную трубку. Эту трубку опускают в колбу или сосуд, в котором находится раствор для заполнения бюрет-

ки.

В верхний открытый конец бюретки вставляют резиновую пробку, в которую вставлен кусок стеклянной трубки (длиной 5-6 см). На выступающий наружу конец этой стеклянной трубки надевают резиновую трубку.

Открыв кран или зажим у бюретки, через верхний конец засасывают раствор до нужного уровня или немного выше, затем закрывают кран или зажим и освобождают бюретку. Заполнять бюретку можно непосредственно, засасывая жидкость из стакана.

Засасывать можно при помощи резиновой груши или резинового баллона с краном и даже при помощи водоструйного насоса.

Бюретку следует заполнять так, чтобы вначале уровень жидкости был несколько выше нулевого деления шкалы (до 3-4 см). Затем, осторожно приоткрывая кран, аккуратно устанавливают уровень жидкости на нулевое деление. Каждое титрование следует начинать только после заполнения бюретки до нуля. Уровень жидкости прозрачных растворов устанавливают по нижнему мениску, а непрозрачных – по верхнему.

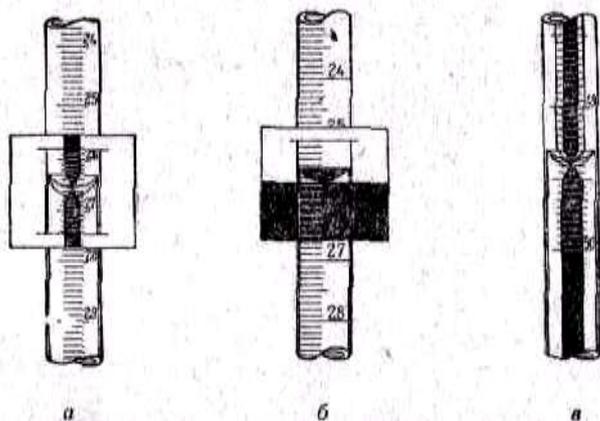


Рис. 9. Отсчет на бюретке при помощи специальных приспособлений.

Если деления на бюретке заметны плохо, их следует зачернить. Для облегчения отсчета на бюретке делают простые приспособления (рис. 9), либо на куске бумаги проводят тушью продольную черту шириной 2-3 мм (рис. 9, а), либо чернят тушью нижнюю половину взятого куска бумаги (рис. 9, б). В том и другом случае на бумаге делают два поперечных надреза и через них надевают ее на бюретку.

ретку.

Встречаются бюретки (рис. 9, в), на задней стенке которых нанесена темная или цветная полоса (чаще всего – синяя).

При пользовании первым приспособлением или бюреткой с продольной цветной чертой у поверхности жидкости проектируются два конуса, сходящиеся вершинами точно на уровне жидкости. При пользовании вторым приспособлением следует черное поле подвести к уровню жидкости так, чтобы мениск касался верхней линии поля; в этом случае мениск примет черную окраску и четко обозначится, что значительно облегчает отсчет.

При отсчете по бюретке глаз наблюдателя должен находиться точно в одной плоскости с уровнем жидкости (рис. 10.).

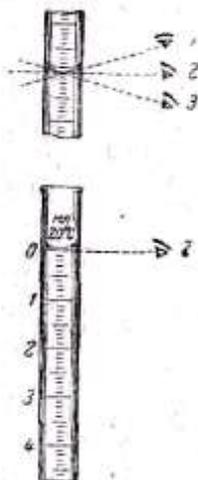


Рис. 10. Отсчет по бюретке при разных положениях глаза (2 — правильное положение глаза).

Нередко при титровании необходимо знать объем капли для данного конца бюретки, чтобы можно было вводить поправку и более точно делать отсчеты показаний бюретки.

Пример. В конце титрования мениск остановился между делениями бюретки 18,7 и 18,8, а объем капли равен 0,02 мл. На глаз можно определить приблизительно лишь половину или четверть мелкого деления бюретки. Для того чтобы получить более точный отсчет, жидкость лучше слить до следующего деления, т.е. до 18,8, считая капли, и затем вычесть из этого показания число, получающееся при умножении числа капель на объем капли. Полученная разность дает более точный отсчет, чем отсчет на глаз. Пусть в рассматриваемом случае до 18,8 пришлось слить 4 капли. Тогда истинный объем вычисляют так:

$$18,8 - (4 \cdot 0,02) = 18,8 - 0,08 = 18,72 \text{ мл}$$

Для определения объема капли устанавливают бюретку на нуль, затем отсчитывают 100 капель и полученный объем делят на 100. Проводят не менее трех таких определений и берут среднее значение из них. Можно также взвесить 100 капель и разделить полученную массу на массу 1 мл при

данной температуре. Этот способ является наиболее точным.

Величину капли определяет диаметр кончика капилляра. Чтобы уменьшить объем капли, можно или оттянуть капилляр бюретки, что связано с трудностями, или же смазать кончик капилляра парафином. Для этого кончик опускают в расплавленный парафин, вынимают из него и продувают. Подбирая кончик и смазывая его парафином, можно получить каплю объемом до 0,01 мл. Таким образом, если даже под рукой нет микробюретки, объем капли, получающийся у последней, можно получить и с обыкновенной бюреткой.

Обычно же диаметр отверстия кончика бюретки должен быть таким, чтобы за 1,5 сек вытекал, при полностью открытом кране, приблизительно 1 мл жидкости. Вообще же при титровании мениск раствора должен опускаться на 1 см по длине шкалы за 1-2 сек.

Иногда бывает нужным титровать горячие растворы. Для этого применяют специально оборудованную бюретку. При титровании горячих растворов необходимо защитить бюретку от нагревания, так как это может привести к ошибкам отсчета в результате изменения объема раствора, находящегося в бюретке, и самой градуированной части ее.

У обычной крановой бюретки отрезают часть сливной трубки и при помощи куска резиновой трубки присоединяют изогнутую стеклянную трубку (рис. 11.).

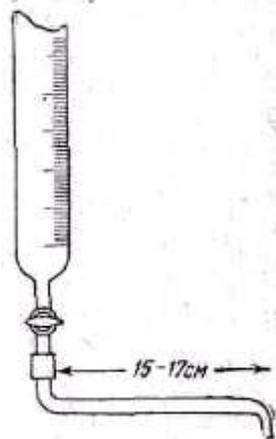


Рис. 11. Приспособление к бюретке для титрования горячих растворов.

В качестве сливной части этой насадки можно использовать отрезанный конец бюретки или же применить глазную пипетку.

При титровании колба с горячим раствором находится на некотором расстоянии от бюретки и последняя не нагревается.

В аналитических лабораториях или в тех случаях, когда данным раствором приходится часто пользоваться для титрования, тщательно вымытые бюретки укрепляют стационарно и обязательно строго вертикально.

Существует очень много способов такого постоянного крепления.

Проверка калиброванной посуды

Всякую калиброванную посуду (пипетки, бюретки и пр.) перед употреблением необходимо проверить. Иногда вследствие неодинакового внутреннего диаметра бюретки по всей длине или неравномерной толщины стенок пипеток, или же вследствие ошибок на фабрике, изготовляющей калиброванную посуду, показания последней не соответствуют действительным емкостям.

Перед проверкой пипетки, бюретки, мерные колбы или другую калиброванную посуду или приборы следует тщательно вымыть, особенно следя за тем, чтобы внутри не было следов жирных пятен.

Тщательность мытья имеет особо важное значение, так как только в этом случае можно быть уверенным в точности проверки и её результатах.

Для проверки тщательно вымытую пипетку наполняют до метки дистиллированной водой, затем выливают воду в заранее взвешенный на теххимических весах сосуд. Взвешивание проводят с точностью, соответствующей емкости пипетки, так, чтобы ошибка при взвешивании не превышала 0,1% от массы воды в объеме пипетки. При работе с калиброванными пипетками выливать из них растворы следует так же, как это делали при калибровании.

Проверка пипетки должна проводиться при той температуре, которая указана на пипетке. Ес-

ли же этого достичь нельзя, вносят поправку на температуру воды.

Пример. Проверку пипетки емкостью 10 мл проводят при 15 °С. Объем воды в пипетке (до метки) имеет массу 9,93 г. Для того чтобы определить объем, соответствующий этому количеству воды, нужно знать плотность ее при температуре опыта, т.е. при 15 °С, или же знать удельный объем воды при той же температуре. В первом случае найденную массу делят на плотность, а во втором случае массу умножают на удельный объем. По соответствующим таблицам устанавливают, что удельный объем воды при 15 °С равен 1,00087 мл/г. Таким образом, емкость измеряемой пипетки определяют как результат умножения:

$$9,93 \times 1,0009 = 9,94 \text{ мл}$$

Следовательно, фактический объем воды, отбираемой пипеткой, отличается от номинального на

$$10,00 - 9,94 = 0,06 \text{ мл}$$

а неточность пипетки достигает

$$\frac{0,06 \times 100}{10,00} = 0,6\% ,$$

т.е. выходит за пределы допустимых ошибок.

Если погрешность выходит за пределы допустимых при химических анализах ошибок, то пипетка нуждается в поправке. Последнюю можно провести двояким путем.

1) Зная истинный объем жидкости, отбираемый пипеткой, вводят эту величину в расчеты при всех анализах, когда приходится работать с данной пипеткой, т.е. в приведенном случае принимают объем отобранной жидкости равным не 10,00, а 9,94 мл. Конечно, все расчеты при этом усложняются.

2) На пипетке наносят новую метку на такой высоте, чтобы при отборе жидкости (руководствуясь новой меткой) емкость пипетки была равна точно 10,00 мл.

Место новой метки можно найти путем расчета, зная диаметр трубки пипетки.

Объем жидкости V в мл, которую нужно добавить в пипетку, находят по формуле:

$$V = \frac{\pi d^2}{4} h ,$$

где d – диаметр трубки, см:

h – высота добавляемого столбика жидкости, см. В приведенном случае, где диаметр трубки пипетки равен 4 мм:

$$V = \frac{3,14 \times 0,16}{4} h = 0,06 ,$$

откуда

$$h \approx 5 \text{ мм}$$

Таким образом, метку нужно поставить на 5 мм выше имеющейся.

Нанести новую метку можно также следующим образом. Делают немного выше имеющейся на пипетке метки наклейку из бумаги, на которой нанесены тонкие черные линии; далее путем многократного взвешивания воды, наливаемой до различных уровней (линий на бумаге), подбирают нужный объем. На найденном уровне делают новую метку напильником или фтористоводородной кислотой.

Подобным же образом проверяют мерные колбы.

Несколько сложнее проверка бюреток: у них вначале проверяют весь объем вмещаемой жидкости от 0 до 25 или 50 мл в зависимости от емкости бюретки. После этого объем проверяют или через каждый миллилитр или через 5 мл. Поскольку чаще всего при титровании из бюретки выливается объем раствора от 15 до 25 мл, можно рекомендовать проверять у бюретки первые 5 мл, а затем следующие 5, 3, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 3, 3, 5 и 10 мл. Для точной калибровки лучше проверять каждый миллилитр.

Руководствуясь таблицами плотности воды, определяют точный объем для каждого деления.

Так как сделать перекалибровку бюретки самому трудно, нужно составить таблицу поправок и при титровании пользоваться ею.

Хотя калибровка бюреток хлопотливое дело, но ее необходимо провести. В начале работы в лаборатории это дает определенные навыки и приучает к точности – залого успеха в химической работе.

Таблица

Объем 1 г воды (удельный объем) при температуре от 0 до 100 °С

Температура °С	Объем мл	Температура °С	Объем мл	Температура °С	Объем мл
0	1,00013	40	1,00782	75	1,02576
4	1,00000	45	1,00985	80	1,02899
10	1,00027	50	1,01207	85	1,03237
15	1,00087	55	1,01448	90	1,03590
20	1,00177	60	1,01705	95	1,03959
25	1,00294	65	1,01979	99	1,04265
30	1,00435	70	1,02270	100	1,04343
35	1,00598				

ЛР 3. Определение ускорения свободного падения (13,5 часов)

Цель работы: определение ускорения свободного падения с использованием математического маятника.

Задачи:

1. С помощью указанного примера (табл. 1) определить ускорение свободного падения для четырех значений длины маятника;
2. Объясните изменения ускорения свободного падения с уменьшением длины маятника;
3. Обосновать степень зависимости периода T от амплитуды колебания маятника.

В качестве примера рассмотрим измерение g , ускорения свободного падения, с помощью математического маятника. Как известно, период колебаний такого маятника равен $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$,

где: l – длина маятника.

Таким образом, если l и T измерены, мы можем найти g :

$$g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$$

Это выражение позволяет представить g в виде частного $\frac{4\pi^2 l}{T^2}$. Если различные погрешности независимы и случайны, то относительная погрешность в нашем результате равна квадратичной сумме относительных погрешностей в этих множителях. Множитель $4\pi^2$ не имеет погрешности, а относительная погрешность в T^2 в два раза больше, чем в T :

$$\frac{\Delta(T^2)}{T^2} = 2 \frac{\Delta T}{T}$$

Таким образом, относительная погрешность нашего результата для g будет

$$\frac{\Delta g}{g} = \sqrt{\left(\frac{\Delta l}{l}\right)^2 + \left(2\frac{\Delta T}{T}\right)^2}.$$

Предположим, что мы измеряем период T для одного значения длины l и получаем результаты:

$$l = 92,95 \pm 0,1 \text{ см},$$

$$T = 1,936 \pm 0,004 \text{ с}.$$

Хотя погрешность $\Delta T = 0,004 \text{ с}$ на первый взгляд может показаться неправдоподобно малой, она легко достижима, если измерять время нескольких колебаний. Если измерения выполнять с точностью $0,1 \text{ с}$, что вполне возможно в случае использования секундомера, то, измеряя время 25 колебаний, можно найти период T с точностью $0,004 \text{ с}$.

Среднее значение для g находится из второй формулы как

$$g_{cp} = \frac{4\pi^2 (92,95 \text{ см})}{(1,936 \text{ с})^2} = 979,035 \approx 979 \text{ см/с}^2.$$

Чтобы найти погрешность в g согласно третьей формуле, нам необходимо знать относительные погрешности в l и T . Они рассчитываются как:

$$\frac{\Delta l}{l} = 0,1\%; \text{ и } \frac{\Delta T}{T} = 0,2\%.$$

Подставляя в данную формулу найденные значения, находим что

$$\frac{\Delta g}{g} = \sqrt{(0,1)^2 + (2 \times 0,2)^2} \% \approx 0,4\%$$

и, следовательно,

$$\Delta g = 0,004 \times 979 \text{ см/с}^2 = 4 \text{ см/с}^2.$$

Таким образом, наш конечный результат, основанный на этих измерениях, равен $g = 979 \pm 4 \text{ см/с}^2$.

Если теперь эксперимент повторить (как это необходимо для большинства таких экспериментов) с другими значениями параметров, то не обязательно повторять расчет погрешностей во всех деталях. Немного подумав, можно легко свести разные значения l , T и g и соответствующих погрешностей в одну общую табл. 1:

Таблица 1

Определение величины g с помощью маятника

l , см ($\pm 0,1$)	T , с ($\pm 0,004$)	g , см/с ²	$\frac{\Delta l}{l}$, %	$\frac{\Delta T}{T}$, %	$\frac{\Delta g}{g}$, %	Результат $g \pm \Delta g$, см/с ²
92,95	1,936	979	0,1	0,2	0,4	979 ± 4
70,3						
45,7						
30,0						
21,2						

Объясните изменения Δg с уменьшением l .

В эксперименте с математическим маятником студент должен решить вопрос верить, действительно ли период T не зависит от амплитуды, (определенной как наибольший угол, на который отклоняется маятник от вертикали во время его колебаний). Полученные результаты заносятся в табл.2. Постройте график зависимости T от l .

Обратите внимание на выбор масштаба. Если почувствуете затруднения, постройте два графика: один, включающий начало координат $A = 0; T = 0$, и второй, на котором показаны только значения T между низшими и высшими значениями. Должен ли студент сделать вывод, что период не зависит от амплитуды?

Рассмотрите, как изменились бы результаты, если бы все измеренные значения T имели погрешность $\pm 0,3$ с.

Таблица 2**Амплитуда и период колебаний маятника (примерные значения)**

Амплитуда А, град	Период Т, с	Амплитуда А, град	Период Т, с
5±2	1,932±0,005	40±4	2,01±0,01
17±2	1,94±0,01	53±4	2,04±0,01
25±2	1,96±0,01	67±6	2,12±0,02

ЛР 4. Определение размеров простейших (13,5 часов)

Цель занятия: Калибровка микроскопа с использованием объект- и окуляр-микрометра. Определение длины и ширины простейших.

Непосредственно на практике неизвестный размер не всегда может быть представлен для сравнения с единицей измерения. При этом очень маленькие линейные размеры могут быть измерены только после их увеличения микроскопом или другим аналогичным прибором. В данном случае процедура сравнения выглядит как определение отношения:

$$\frac{\chi \cdot Q}{[Q]}$$

Задачи лабораторной работы:

1. Измерить значения длины и ширины 50-100 экз. простейших *Tetrachymina pyriformis*.
2. Ранжировать полученные данные и представить результаты в табличной форме. В процессе ранжирования необходимо адекватно округлить полученные результаты.
3. Обработать полученные данные с использованием математического аппарата теории вероятности и представить интервалы, которые с достаточной степенью вероятности можно приписать длине и ширине простейших *Tetrachymina pyriformis*.

Комплект заданий для выполнения Практических занятий

по дисциплине Метрология

(наименование дисциплины)

ПР 1. Измерение размеров изделия абсолютным методом (9 часов)

Под *абсолютным методом измерения* понимают измерения, когда значение всей измеряемой величины (размера) оценивают непосредственно по показаниям измерительного средства. Примерами абсолютного метода измерения являются измерения размеров деталей при помощи штангенциркуля, микрометра, рычажного микрометра, длинномера и других измерительных средств.

Штангенциркуль (рисунок 1) представляет собой штангу, жестко соединенную с измерительной губкой 1 (штангоузел). На штанге нанесена шкала в миллиметрах (основная шкала).

По штанге, как по направляющей может перемещаться рамка 3 с другой измерительной губкой 2 (рамкоузел).

Зажимной винт 4 служит для фиксации рамки 3 после окончания измерения. Глубиномерная линейка 5 служит для измерения глубин отверстий и пазов.

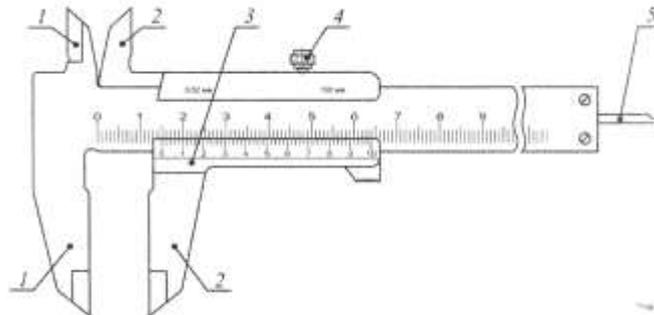


Рисунок 1. Штангенциркуль

Нижние губки служат для наружного измерения, верхние губки – для внутреннего измерения, причем губки заходят одна за другую, что дает возможность при измерении внутренних размеров вести отсчет от нуля.

На скосе рамки 3 нанесен нониус – дополнительная линейка со шкалой, служащая для отсчета

дробных долей интервала деления основной шкалы. Величина отсчета по нониусу $i = \frac{a}{n}$

где: a – интервал деления основной шкалы (чаще всего $a=1$);

n – число делений шкалы нониуса от 0 до ближайшего, совпадающего с каким-либо делением основной шкалы.

После сдвига измерительных губок до соприкосновения с измеряемой поверхностью определяют число делений (рисунок 2), расположенных между нулевыми штрихами основной шкалы и нониуса, например $A=58$ мм.

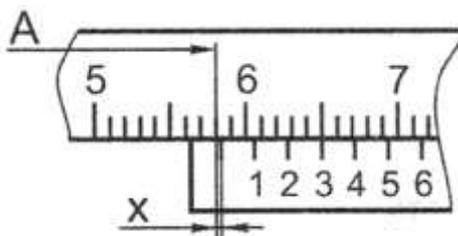


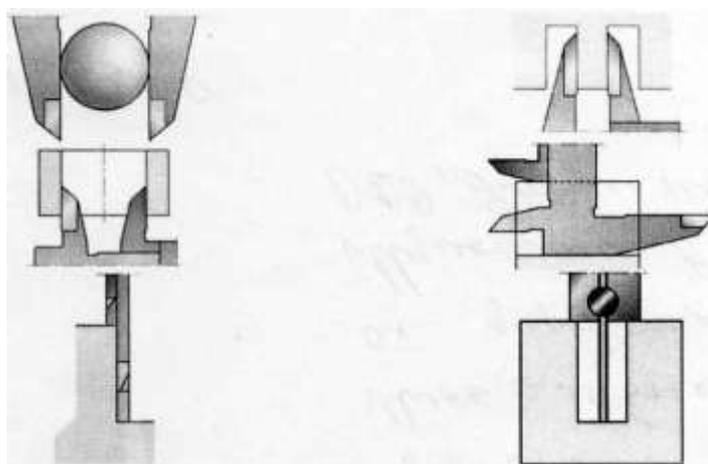
Рисунок 2. Пример отсчета

Затем находят дробные доли (размер X), равные порядковому номеру штриха нониуса, совпадающего с каким-либо штрихом шкалы штанги, умноженному на цену деления шкалы нониуса: $X=3 \cdot 0,1=0,3$ мм.

Измеряемый размер B получают сложением целых и дробных значений:

$$B=A+X=58+0,3=58,3 \text{ мм.}$$

Технические характеристики штангенциркуля: – пределы измерения, мм – (0... 150); цена деления шкалы нониуса, мм – 0,02; 0,05; 0,1; предельная погрешность измерения, мм – ($\pm 0,05$; $\pm 0,1$; $\pm 0,2$).



Использование измерительных поверхностей штангенциркуля

Микрометр гладкий (рисунок 3) состоит из полого стебля 5, жестко связанного со скобой 1. Внутри стебля 5 находится микрометрический винт, торец которого является измерительной поверхностью. Второй измерительной поверхностью является торец пятки 2, запрессованной в скобу 1.

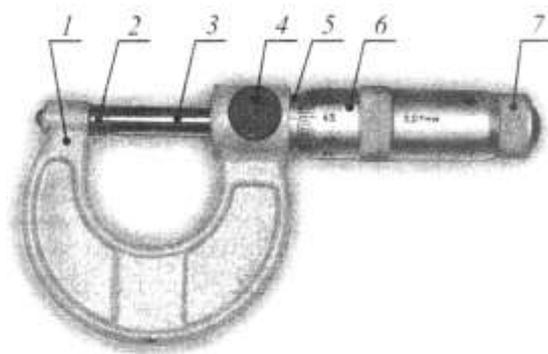


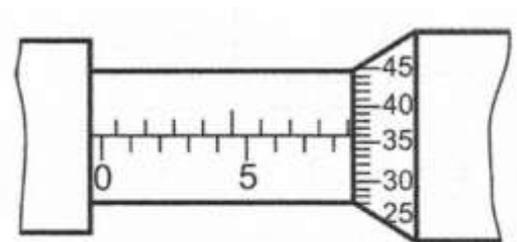
Рисунок 3. Микрометр гладкий

На стебле нанесена продольная линия, по обе стороны ее нанесены шкалы, сдвинутые по отношению друг к другу на 0,5 мм. Цена деления каждой шкалы 1 мм.

На стембель 5 надет корпус барабана 6, жестко связанный с микровинтом 3, имеющим шаг 0,5 мм. Конец барабана имеет скос, на котором нанесена круговая шкала из 50-ти делений. Цена одного деления 0,01 мм. За один полный оборот барабан перемещается вдоль стебля на величину $0,01 \cdot 50 = 0,5$ мм.

Измерительное усилие при измерении детали должно быть 200...700 г, поэтому вращение микровинта должно выполняться только при помощи трещотки 7, рассчитанной на передачу этого усилия.

Показание шкалы стебля (рисунок 4) равно 8,5 мм, так как скошенный край барабана прошел через деление 8 нижней шкалы и 0,5 верхней шкалы.



Пример отсчета по шкалам микрометра приведен ниже.

Показание по шкале барабана равно 36, а так как цена деления шкалы барабана 0,01 мм, то отсчет по шкале барабана определится как $0,01 \cdot 36 = 0,36$ мм; полный отсчет по шкалам стебля и барабана будет равен $8,5 + 0,36 = 8,86$ мм.

Перед измерением необходимо проверить правильность установки барабана 6 в нулевое положение.

Установка барабана гладкого микрометра в нулевое положение (только под руководством преподавателя)

Для проверки правильности установки барабана в нулевое положение необходимо, вращая за трещотку 7 микровинт с барабаном (см. рисунок 3), привести в соприкосновение измерительные плоскости микрометра и проверить совпадение нулевого деления шкалы барабана с продольной ли-

нией стебля. Для микрометра с пределами измерения 25...50 мм измерительные плоскости приводят в соприкосновение с эталоном длиной 25 мм. В случае несовпадения микрометр настраивают. Для этого закрепляют стопором 4 микровинт 3 (см. рисунок 3) и осторожно, удерживая одной рукой корпус барабана, другой рукой отвинчивают установочный колпачок 7 на пол-оборота. При этом барабан освобождается, его поворачивают до совпадения нулевого штриха с продольной линией стебля, после чего барабан закрепляют колпачком.

Технические характеристики микрометра гладкого: цена деления шкалы барабана, мм – 0,01; цена деления шкалы стебля, мм – 1; пределы измерения шкалы барабана, мм – 0...0,5; пределы измерения микрометра (в целом), мм – 0...25; 25...50; 50...75; 75...100 и т.д. до 1000 мм; погрешность показаний микрометра, мм – ($\pm 0,005$).

Предельные погрешности при измерении микрометром указывают в аттестате прибора (ориентировочно предельная погрешность микрометра $\pm 0,005$ мм).

Микрометр рычажный (рисунок 5) состоит из микрометрической головки и рычажно-зубчатого механизма, передающего перемещение подвижной пятки 2 микрометра на стрелку отсчетной шкалы 1. Измерительное усилие равно 200...400 г.

Для проверки нулевого отсчета рычажного микрометра вращением барабана 4 (см. рисунок 5) измерительные плоскости приводят в соприкосновение друг с другом или с поверхностью установочной меры, если пределы измерения прибора от 25 до 50 мм. При этом должны совпадать нулевой штрих шкалы барабана с продольным штрихом на стебле и стрелка с нулевым штрихом шкалы рычажного устройства. Если стрелка рычажного устройства не совпадает с нулем шкалы, выполняют регулировку микрометра. Для этого вращением барабана 4 устанавливают стрелку шкалы 1 на нуль, закрепляют стопором 3 микрометрический винт, отвинчивают колпачок 5 барабана, снимают барабан с конуса, поворачивают его до совпадения нулевого штриха с продольным штрихом стебля и заворачивают колпачок 5. После регулировки стопор 3 следует отпустить.

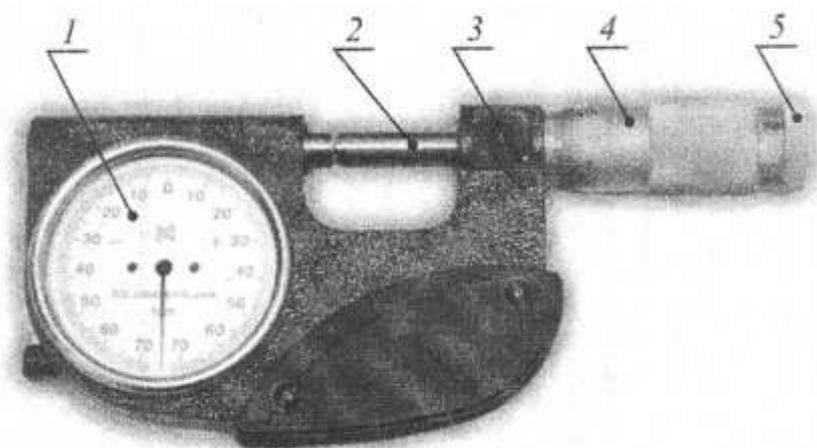


Рисунок 5. Микрометр рычажный

Перед началом измерения проверяют нулевой отсчет
Проверка нулевого отсчета рычажного микрометра

Для проверки нулевого отсчета рычажного микрометра вращением барабана 4 (см. рисунок 5) измерительные плоскости приводят в соприкосновение друг с другом или с поверхностью установочной меры, если пределы измерения прибора от 25 до 50 мм. При этом должны совпадать нулевой штрих шкалы барабана с продольным штрихом на стебле и стрелка с нулевым штрихом шкалы рычажного устройства. Если стрелка рычажного устройства не совпадает с нулем шкалы, выполняют регулировку микрометра. Для этого вращением барабана 4 устанавливают стрелку шкалы 1 на нуль, закрепляют стопором 3 микрометрический винт, отвинчивают колпачок 5 барабана, снимают барабан с конуса, поворачивают его до совпадения нулевого штриха с продольным штрихом стебля и завинчивают колпачок 5. После регулировки стопор 3 следует отпустить.

Измерение рычажным микрометром

Измеряемое изделие вводят между измерительными поверхностями пятки и микрометрического винта и вращением барабана приводят в соприкосновение измерительные поверхности прибора с поверхностью изделия. Вращение барабана прекращают, когда стрелка шкалы 1 (см. рисунок 5) окажется вблизи нуля (в пределах ± 4 деления), а продольный штрих стебля совпадет с каким-либо штрихом барабана микровинта. За действительный размер принимают алгебраическую сумму отсчетов по шкалам стебля, барабана и рычажного устройства. Отсчет по барабану производится так же, как у гладкого микрометра.

Технические характеристики рычажного микрометра: цена деления шкалы барабана, мм – 0,01; цена деления шкалы рычажно-зубчатого механизма, мм – 0,002; пределы измерения микрометра (в целом), мм – 0...25; 25...50; пределы показаний по шкале рычажно-зубчатого механизма, мм – $\pm 0,02$; погрешность показаний микрометра, мм – $\pm 0,002$

Порядок выполнения работы

7. Выполнить в журнале эскиз заданной детали.
8. Занести в журнал чертежные размеры измеряемых поверхностей. По таблицам допусков ГОСТ 25346-89 (Приложение 1, 2) определить предельные отклонения проверяемых размеров, указать их на эскизе детали и подсчитать предельные размеры.
9. Ознакомиться с имеющимся инструментом и занести в журнал его характеристики.
10. В зависимости от заданной точности поверхности и допустимой погрешности измерения приборов подобрать для каждой измеряемой поверхности инструмент (погрешность измерения не должна превышать 20...35 % допуска на размер поверхности).
11. Произвести измерение всех заданных поверхностей. Для самой точной поверхности произвести измерение в трех сечениях в двух взаимно-перпендикулярных направлениях (рисунок 6), для остальных – по одному сечению в двух направлениях.
12. Дать заключение о годности по каждой измеряемой поверхности. Определить наибольшие отклонения от правильной геометрической формы для самой точной из поверхностей.

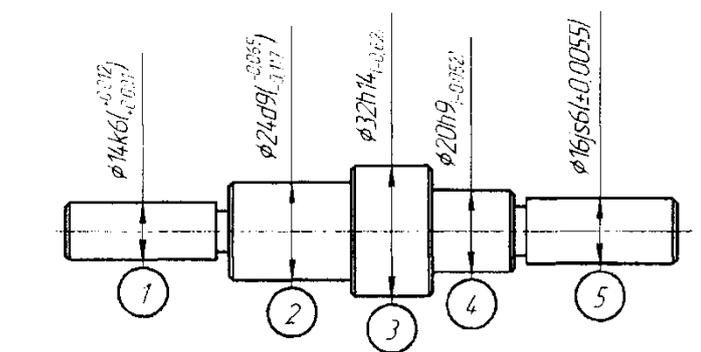
Пример отчета студента

Задание: определить размеры детали и дать заключение о годности измеренных поверхностей.

Наименование прибора	Цена деления	Пределы измерений	Предельная погрешность
----------------------	--------------	-------------------	------------------------

Штангенциркуль	0,1 мм	0...150 мм	± 0,2 мм
Микрометр	0,01 мм	0...25 мм	± 0,005 мм
Рычажный микрометр	0,005 мм	0...25 мм	± 0,005 мм

ЭСКИЗ ДЕТАЛИ



Обозначение размеров по чертежу	Предельные размеры по ГОСТу, мм		Прибор	Результаты измерений, мм						Действительные размеры, мм		Заключение о годности
				Сечения, перпендикулярные к оси								
	наибол. d_{max}	наимен. d_{min}		I		II		III				
				направления						наиболь.	наимень.	
1	2	1	2	1	2							
Ø14k6	14,012	14,001	Рычажный микрометр	14,002	14,004	14,006	14,010	14,008	14,002	14,010	14,002	Годен
Ø24d9	23,935	23,883	Микрометр	23,92	23,89	23,90	23,91	23,93	23,92	23,93	23,89	Годен
Ø32h14	32	31,38	Штангенциркуль	31,9	31,8	31,8	31,7	31,9	31,8	31,9	31,7	Годен
Ø20h9	20	19,948	Микрометр	19,95	19,90	20	19,98	19,96	19,90	19,95	19,90	Не годен
Ø16js6	16,0055	15,9945	Рычажный микрометр	16	16,002	15,998	16	16,002	16,004	16,004	15,998	Годен

Наибольшие отклонения от нормальной геометрической формы для поверхности $\underline{1}$ в мм

Овальность	0,003	Бочкообразность	0,004
Конусообразность	0,003	Седлообразность	-

- Вопросы:
1. Что называется абсолютным методом измерения?
 2. Что такое цена деления?
 3. По какому принципу подбирается прибор для измерения?

ПР 2. Измерение наружных поверхностей относительным методом (9 часов)

Относительным методом измерения называют метод, основанный на сравнении измеряемой величины с заранее известным значением меры. Примерами относительного метода измерения являются измерения при помощи рычажных скоб, индикаторов, оптиметров, миниметров.

Рычажная скоба (рисунок 7) предназначена для измерения и контроля наружных размеров изделия. Скоба представляет собой прибор с подпружиненной пяткой 3 и передвижной пяткой 4. Перемещение подпружиненной пятки передается на стрелку 8 рычажно-зубчатого механизма, находящегося в корпусе 1. Величину перемещения подпружиненной пятки определяют по шкале. Скоба имеет арретир 7, отводящий подпружиненную пятку при установке между пятками измеряемого изделия или блока концевых мер длины.

Технические характеристики рычажной скобы пределы измерения (в целом), мм: 0...25; 25...50; 50...75; 75...100; 100...125; 125...150; пределы показаний по шкале, мм – $\pm 0,08$; $\pm 0,15$; цена деления шкалы, мм – 0,002; 0,005; допустимая погрешность показаний – $\pm 0,002$; $\pm 0,005$.

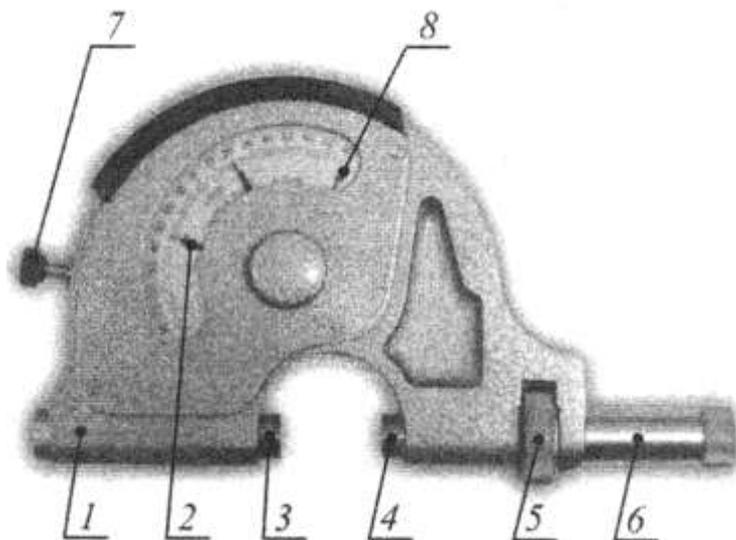


Рисунок 7. Рычажная скоба

Концевые меры длины являются особо точным измерительным инструментом, применяемым в промышленности для контроля размеров, для проверки и градуировки мер, измерительных приборов и инструментов, для проверки калибров, для установления правильных размеров при изготовлении инструментов, приспособлений и штампов, а также для особо точных разметочных работ и наладки станков.

Концевые плоскопараллельные меры длины представляют собой прямоугольные стальные (или твердосплавные) плитки, размеры которых определяются расстоянием между двумя рабочими плоскостями при температуре 20 °С. Рабочие плоскости плитки – самые чистые. Характерной особенностью концевых мер длины является их притираемость друг к другу измерительными поверхностями. Притираемость дает возможность из одного набора мер составлять комбинации размеров.

Приступая к работе, следует предварительно рассчитать, какие меры надо взять для данного блока. Количество концевых мер длины в блоке должно быть минимальным, так как погрешность блока складывается из погрешностей отдельных мер. Притирку мер в блок надо проводить в определенной последовательности: к мерам больших размеров последовательно притирают меры меньших размеров, причем меньшую меру накладывают на край большей. Затем зигзагообразными движениями верхнюю меру двигают вдоль длинного ребра нижней меры до совпадения плоскостей обеих мер. Размер блока определяется как сумма размеров составляющих его концевых мер.

Порядок выполнения работы

1. Выполнить в журнале эскиз заданной детали.
5. В соответствующую графу журнала внести чертежные размеры. По ГОСТ 25346-89 (Приложение 1, 2) определить предельные отклонения, проставить их на эскизе рядом с обозначением по-

ля допуска, подсчитать предельные размеры и занести их в таблицу.

6. Ознакомиться с имеющимся инструментом и занести в журнал его технические характеристики.

7. Установить рычажную скобу на нуль. Установку выполнять по блоку концевых мер длины (плиток). Размер блока подобрать так, чтобы были выдержаны следующие условия:

- количество плиток должно быть минимальным (не более трех);
- отклонения стрелки 8 (см. рисунок 7) при измерениях детали должно укладываться в пределы показаний шкалы скобы, т.е. разность размеров блока и проверяемой поверхности не должна превышать пределов измерения по шкале прибора.

В данной работе размер блока концевых мер может равняться номинальному размеру проверяемой поверхности.

Отвернуть колпачок 6 (см. рисунок 7) скобы. Ввести между измерительными поверхностями 3 и 4 скобы блок концевых мер. Вращением микровинта 5 установить стрелку прибора на нуль и завернуть колпачок 6. Черные стрелки 2 – это указатели границ поля допуска при контроле партии деталей.

6. Нажатием на кнопку арретира 7 (см. рисунок 7) отвести подпружиненную пятку 3 и вынуть блок концевых мер длины. Также, нажимая на кнопку 7, ввести вместо блока концевых мер поверхность детали. Измерить поверхность детали в трех сечениях в двух взаимно-перпендикулярных направлениях согласно схеме на рисунке 8. Отсчеты по шкале прибора с соответствующим знаком записать в журнал.

7. Определить действительные размеры и наибольшие отклонения геометрической формы измеренных поверхностей. Действительный размер при относительном методе измерения равен размеру блока плиток плюс показания по шкале рычажной скобы. Сравнить действительные размеры с предельными, найденными по ГОСТ. Дать заключение о годности по каждой измеряемой поверхности.

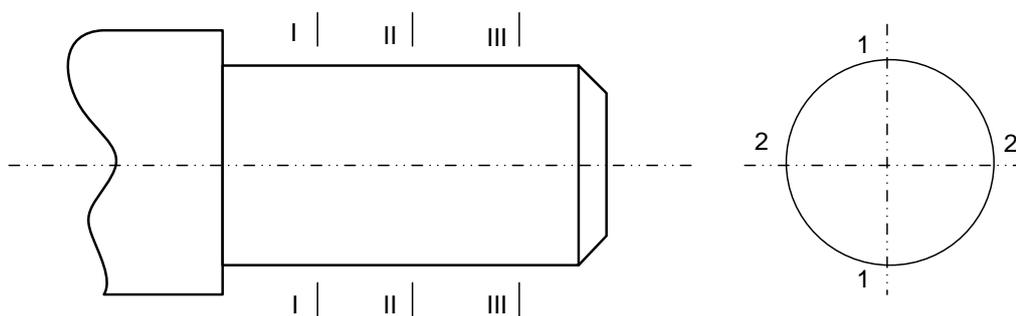
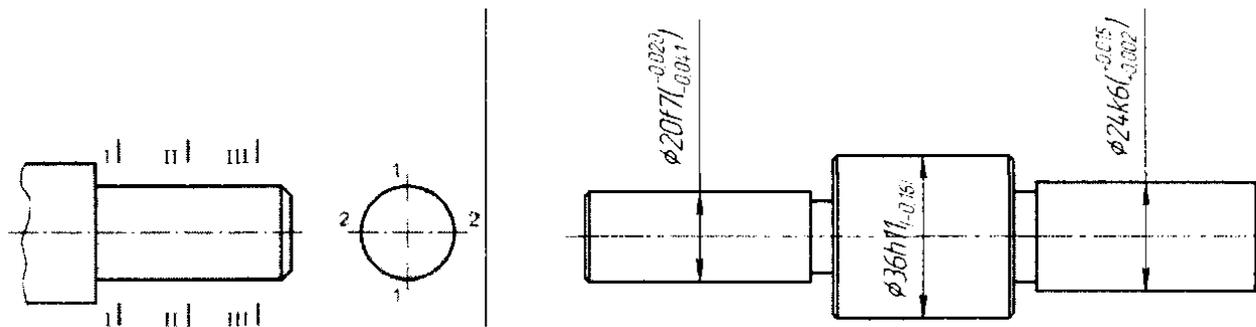


Рисунок 8. Схема измерения

Пример отчета студента

Наименование прибора	Цена деления	Пределы измерений	
		по шкале	в целом
Рычажная скоба	0,002	$\pm 0,008$	25...50 мм



Обозначение размеров по чертежу	Предельные размеры по ГОСТ, мм		Размер блока концевых мер, мм	Отклонение стрелки (мкм) в сечениях, перпендикулярных оси					
	наиболь. d_{max}	наимень. d_{min}		I		II		III	
				1	2	1	2	1	2
Ø20f7	19,98	19,959	19,98	-6	-8	-10	-14	-14	-10
Ø24k6	24,015	24,002	24,000	+4	+8	+12	+14	+16	+10
	Действительные размеры, мм		Наибольшие отклонения от нормальной геометрической формы в мм				Заключение		
	наиболь. d_{max}	наимень. d_{min}	конусообразность	овальность	бочкообразность	седлообразность			
Ø20f7	19,974	19,966	0,004	0,002	-	0,003	годен		
Ø24k6	24,016	24,004	0,006	0,003	0,003	-	не годен		

ПР 3. Измерение радиального биения детали (9 часов)

Радиальным биением называется разность наибольшего и наименьшего расстояний от точек реальной поверхности до базовой оси вращений в сечении, перпендикулярном к этой оси. Радиальное биение является результатом смещения центра (эксцентриситета) рассматриваемого сечения относительно оси вращения (эксцентриситет вызывает вдвое большее по величине радиальное биение) и некруглости.

Индикатор часового типа (рисунок 9) применяют для измерения размеров, отклонений формы и взаимного расположения поверхностей (радиальное биение, торцовое биение и др.). Шкала индикатора 3 имеет 100 делений. Полный оборот стрелки 2 соответствует перемещению измерительного стержня 5 на один миллиметр. Перемещение стрелки 2 на одно деление соответствует перемещению измерительного стержня на величину цены деления шкалы 3.

Каждому обороту большой стрелки 2 соответствует поворот на одно деление маленькой стрелки по шкале указателя оборотов 4. Следовательно, цена деления шкалы указателя оборотов равна 1 мм.

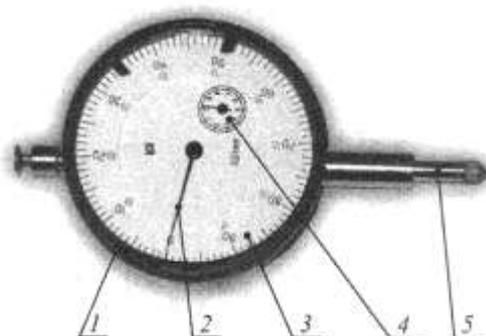


Рисунок 9. Индикатор часового типа

Шкала индикатора 3 вместе с ободком может поворачиваться относительно корпуса прибора 1 так, что против большой стрелки 2 прибора можно установить любой штрих шкалы. Это используется при установке прибора в нулевое положение. Для работы индикатор укрепляют в различные стойки или специальные гнезда приборов относительного метода измерения.

Технические характеристики индикатора часового типа: цена деления, мм – 0,01; 0,005; 0,002; 0,001; пределы измерения в целом, мм – 0...5; 0...10; пределы измерения по шкале, мм – 0...1; допустимая погрешность показаний индикатора в пределе 1 мм на любом участке измерений, мм – $\pm 0,015$.

Призма поверочная и разметочная (рисунок 10) предназначена для разметки и установки деталей и изделий цилиндрической формы при контрольных операциях. Призма состоит из корпуса 1, накладки 2 и двух винтов 3 для крепления.

Корпус призмы в верхней плоскости имеет призматическую выемку с доведенными поверхностями. По обеим сторонам призматической выемки имеется по три резьбовых отверстия, предназначенных для установки накладки в любом из трех сечений призмы. Нижняя плоскость корпуса призмы имеет две доведенные поверхности.

Техническая характеристика призмы: диаметр устанавливаемых в призму валов, мм – 8...80.

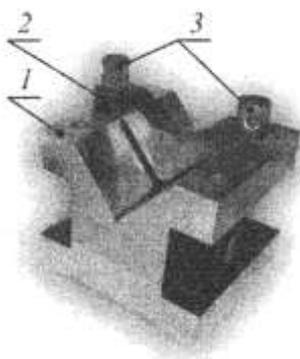


Рисунок 10. Призма

Центры (рисунок 11) используются для установки деталей по центровым отверстиям на контрольных операциях и операциях механической обработки. Коническая поверхность 1 центра является установочной, хвостовик 2 служит для закрепления центра в корпусе приспособления.

Техническая характеристика жестких центров: угол α установочной поверхности, град – 60; 75; номер конуса Морзе хвостовика – 0; 1; 2; 3; 4; 5; 6.



Рисунок 11. Центр

Порядок выполнения работы

5. Выполнить в журнале эскиз заданной детали.
6. Проставить на эскизе значения радиального биения относительно оси центров и оси базовой поверхности.
7. Ознакомиться с имеющимся инструментом и занести в журнал его технические характеристики.
8. Определить радиальное биение наружной цилиндрической поверхности:
 - а) относительно оси центров – закрепить вал в центрах так, чтобы он свободно вращался и не имел продольных и поперечных перемещений (люфта и качки). Подвести измерительный наконечник индикатора (рисунок 12а) к измеряемой поверхности, создав небольшой натяг (1-2 мм), повернуть вал на полный оборот. Разность показаний стрелки индикатора за полный оборот детали соответствует величине радиального биения;
 - б) относительно оси базовой поверхности (в призме) – для определения радиального биения одной поверхности вала относительно оси другой (базовой) поверхности вал базовой поверхностью укладывают в призму (рисунок 12б), а к проверяемой поверхности подводят индикатор, создав небольшой натяг (1-2 мм). Поворачивая вал на полный оборот, по разности показаний стрелки индикатора определяют величину биения.
5. Сравнить действительные значения радиального биения с чертежными. Дать заключение о годности.

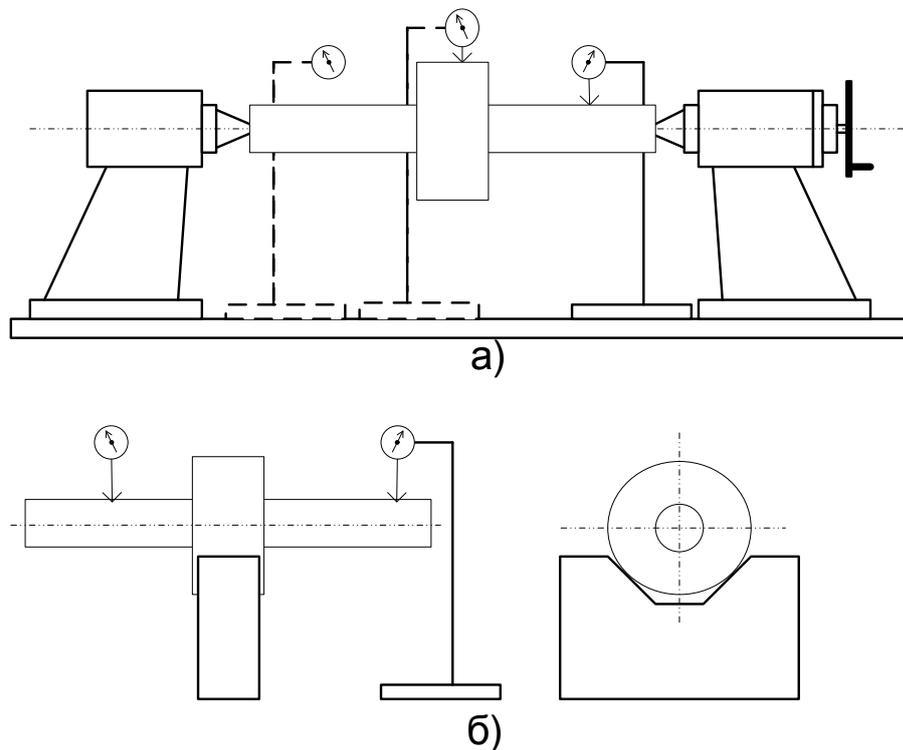
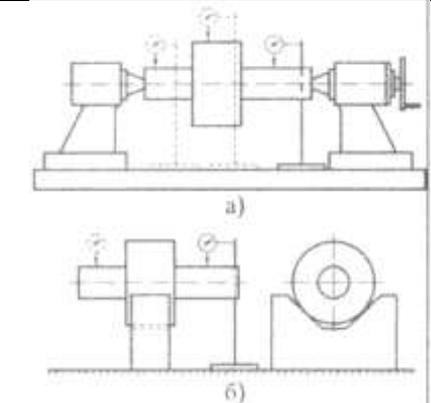
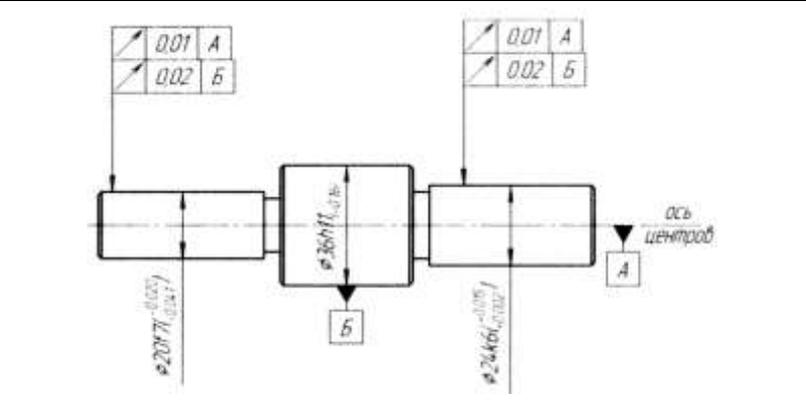


Рисунок 12. Схема контроля биения

Пример отчета студента

ИЗМЕРЕНИЕ РАДИАЛЬНОГО БИЕНИЯ ДЕТАЛИ ТИПА «ВАЛ» В ЦЕНТРАХ И НА ПРИЗМЕ

Задание: определить значение радиального биения детали и дать заключение о годности по измеренным параметрам.

Наименование прибора	Цена деления	Пределы измерений	
		по шкале	в целом
Индикатор часового типа	0,01 мм	0...1 мм	0...5 мм
СХЕМА ИЗМЕРЕНИЯ	ЭСКИЗ ДЕТАЛИ		
			
Биение наружной цилиндрической поверхности, мм	Относительно оси центра Ø20f7 – 0,01; Ø24k6 – 0,01 В призмах Ø20f7 – 0,01; Ø24k6 – 0,01		
Заключение о годности	годен		

ПР 4. Измерение межосевого расстояния отверстий в детали типа «фланец» с помощью штангенциркуля (9 часов)

Штангенциркуль (рисунок 13) представляет собой штангу, жестко соединенную с измерительной губкой 1 (штангоузел). На штанге нанесена шкала в целых миллиметрах (основная шкала). По штанге, как по направляющей может перемещаться рамка 3 с другой измерительной губкой 2 (рамкоузел).

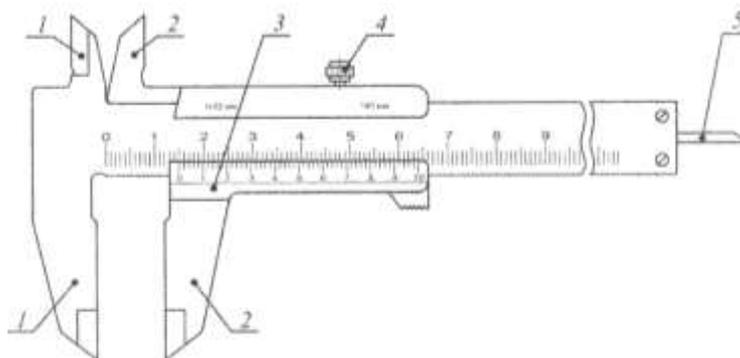


Рисунок 13. Штангенциркуль

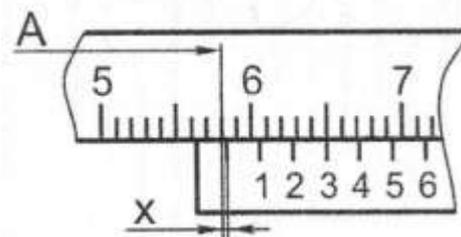
Зажимной винт 4 служит для фиксации рамки 3 после окончания измерения. Глубиномерная линейка 5 служит для измерения глубин отверстий и пазов.

Нижние губки служат для наружного измерения, верхние губки – для внутреннего измерения, причем губки заходят одна за другую, что дает возможность при измерении внутренних размеров вести отсчет от нуля. На скосе рамки 3 нанесен нониус – дополни-

тельная линейка со шкалой, служащая для отсчета дробных долей интервала деления основной шкалы. Величина отсчета по нониусу $i = \frac{a}{n}$

где: a – интервал деления основной шкалы (чаще всего $a=1$); n – число делений шкалы нониуса от 0 до ближайшего, совпадающего с каким-либо делением основной шкалы.

После сдвига измерительных губок до соприкосновения с измеряемой поверхностью определяют число делений (рисунок 14), расположенных между нулевыми штрихами основной шкалы и нониуса, например $A=58$ мм.



Затем находят дробные доли (размер X), равные порядковому номеру штриха нониуса, совпадающего с каким-либо штрихом шкалы штанги, умноженному на цену деления шкалы нониуса: $X=3 \cdot 0,1=0,3$ мм. Измеряемый размер B получают сложением целых и дробных значений: $B=A+X=58+0,3=58,3$ мм.

Технические характеристики штангенциркуля: пределы измерения, мм – 0...150; цена деления шкалы нониуса, мм – 0,02; 0,05; 0,1; предельная погрешность измерения, мм – $\pm 0,05$; $\pm 0,1$; $\pm 0,2$.

Использование измерительных поверхностей штангенциркуля.

Порядок выполнения работы

1. Выполнить в журнале эскиз заданной детали.
2. Занести в журнал чертежный размер измеряемого межосевого расстояния. По таблицам допусков ГОСТ 25346-89 (Приложение 1, 2) определить предельные отклонения проверяемого размера, указать их на эскизе детали и подсчитать предельные размеры.
3. Ознакомиться с имеющимся инструментом и занести в журнал его характеристики.
4. Используя верхние губки штангенциркуля, измерить диаметры отверстий 1 и 3. Затем нижними губками штангенциркуля измерить расстояние между кромками отверстий 1 и 3 (см. рисунок 15).

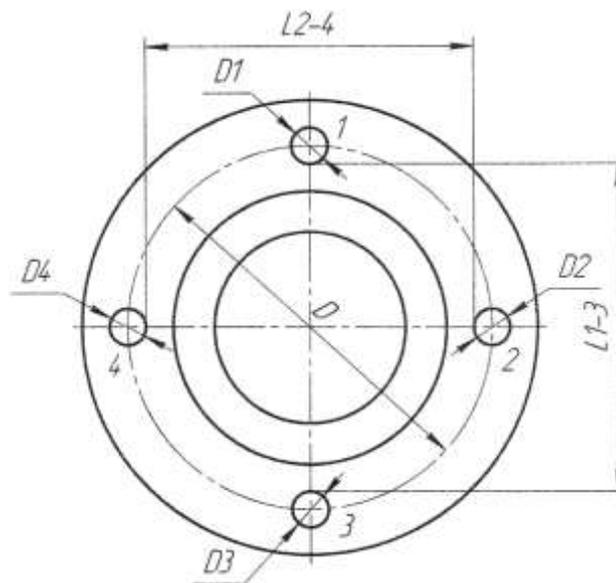
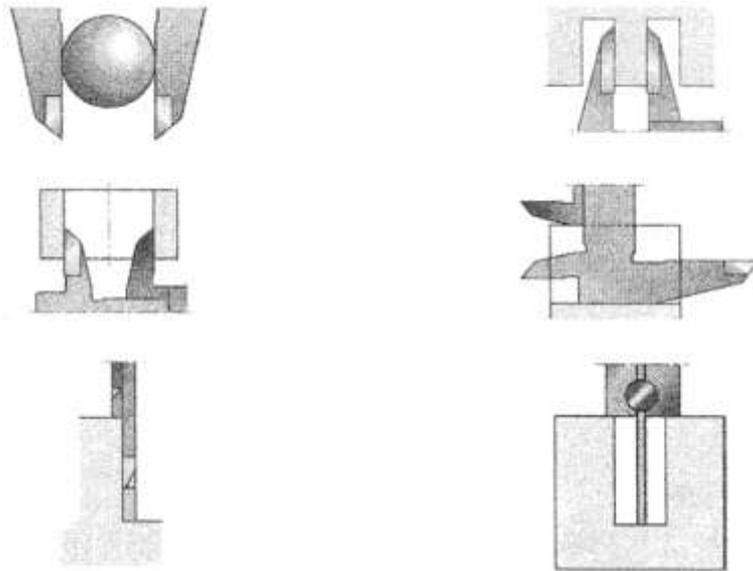


Рисунок 15. Эскиз детали

5. Вычислить расстояние между осями отверстий как: $D = L_{1-3} + \frac{D_1 + D_3}{2}$
6. Произвести аналогичные измерения для отверстий 2 и 4.
7. Вычислить среднее значение межосевого расстояния и занести его в журнал. Сравнить действительное значение межосевого расстояния с предельными размерами, найденными по ГОСТ. Дать заключение о годности размера.

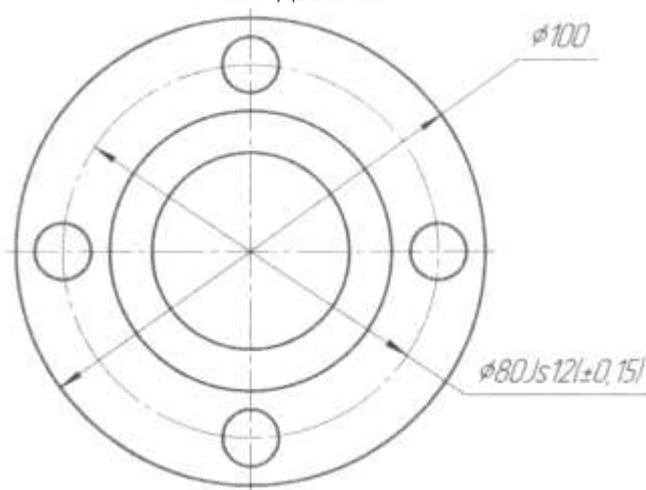
Пример отчета студента

**ИЗМЕРЕНИЕ МЕЖОСЕВОГО РАССТОЯНИЯ ОТВЕРСТИЙ В ДЕТАЛИ
ТИПА «ФЛАНЕЦ» С ПОМОЩЬЮ ШТАНГЕНЦИРКУЛЯ**

Задание: определить межосевое расстояние отверстий в детали и дать заключение о годности.

Наименование прибора	Цена деления	Пределы измерений	Предельная погрешность
Штангенциркуль	0,1 мм	0...150 мм	±0,2 мм

ЭСКИЗ ДЕТАЛИ



Обозначение размера по чертежу	Предельные размеры по ГОСТ, мм		Действительный размер, мм	Заключение о годности
	наиболь. d_{max}	наимень. d_{min}		
Ø80Js12	80,15	79,85	80,1	Годен

Критерии оценки:

- ✓ 100-86 баллов выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, чётко и логически стройно его излагает.
- ✓ 85-76 баллов выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
- ✓ 75-61 балл выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей.
- ✓ 60-50 баллов выставляется студенту, он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки.

Примерные тематики курсовых проектов

№ п/п	Предлагаемая тематика
1.	Вероятностное описание погрешностей. Понятие центра распределения. Основные законы распределения и их классификация
2.	Обработка результатов измерения. Прямые многократные измерения. Идентификация формы распределения результатов измерений.
3.	Однократные измерения. Оценка погрешностей прямых однократных измерений. Косвенные измерения с линейной и нелинейной функциональной зависимостью.
4.	Погрешности измерений. Истинные и действительные значения измеряемой величины. Понятие погрешности. Погрешности, как случайный процесс. Математические модели погрешностей. Характеристика и параметры погрешностей.
5.	Систематические погрешности. Классификация систематических погрешностей. Способы обнаружения и устранения систематических погрешностей. Методы устранения систематических погрешностей
6.	Случайные погрешности. Законы распределения случайных погрешностей. Трапецидальное, уплощенное и экспоненциальные распределения. Двумодальные и косые распределения.
7.	Случайные погрешности. Точечные оценки законов распределения. Оценки математического ожидания и дисперсии. Оценка коэффициента асимметрии, эксцесса и энтропийного коэффициента. Доверительная вероятность и доверительный интервал. Сравнительная эффективность различных методов определения координаты центра распределения.
8.	Совместные и совокупные измерения. Способы отыскания оценок истинных значений измеряемых величин. Описание процессов обработки результатов измерений.
9.	Суммирование погрешностей. Основы теории суммирования погрешностей. Суммирование систематических и случайных погрешностей.
10.	Грубые погрешности. Критерии исключения грубых погрешностей. Критерии Граббса, «трех сигм», Романовского, Шарлье, Шовене, критерий Диксона.
11.	Измерительные сигналы и их классификация по различным признакам. Квантование и дискретизация измерительных сигналов. Теорема Котельникова. Математические модели измерительных сигналов. Элементарные и сложные измерительные сигналы. Модуляция и детектирование.
12.	Средства измерений. Классификация и свойства СИ. Понятие о СИ. Обобщенная структурная схема СИ. Характеристики и параметры СИ в статическом и динамическом режимах.
13.	Средства измерений. Аналоговые и цифровые измерительные приборы. Информационно-измерительные системы и измерительно-вычислительные комплексы.
14.	Математическое моделирование средств измерений. Измерительная цепь и измерительный канал. Структурные схемы и элементы СИ.
15.	Методы повышения точности средств измерения. Градуировка и калибровка СИ. Методы поверки средств измерений. Методы коррекции погрешностей.
16.	Метрологические характеристики средств измерений. Общие принципы выбора и нормирования метрологических характеристик СИ.
17.	Метрологическая надежность средств измерений. Изменение во времени метрологических характеристик СИ. Межповерочный интервал и его определение.
18.	Метрологическая служба Российской Федерации. Государственная система обеспечения единства измерений. Система стандартов в области метрологии. Международные метрологические организации.
19.	Эталоны единиц физических величин. Виды эталонов. Эталонная база Российской Федерации. Воспроизведение единиц физических величин.
20.	Метрологическое обеспечение производства продукции. Метрологическая экспертиза технической и конструкторской документации. Общие методы и способы решения задач по метрологической экспертизе.
21.	Экспериментальные методы исследований. Погрешности и неопределенности резуль-

	татов измерений. Процедура оценивания и выражения неопределенности.
22.	Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Основной метод определения повторяемости и воспроизводимости стандартного метода измерений.
23.	Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Промежуточные показатели прецизионности стандартного метода измерений.
24.	Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Альтернативные методы определения прецизионности стандартного метода измерений.
25.	Анализ технического процесса поверки и калибровки электрических средств измерения на примере милливольтметра ВЗ-48А
26.	Анализ нормативно-правового обеспечения деятельности отдела качества предприятия в пищевой отрасли
27.	Обеспечение точности результатов измерений, контроля и испытаний.
28.	Основы теории суммирования погрешностей. Суммирование систематических и случайных погрешностей
29.	Поверочные схемы и их роль в обеспечении единства измерений. Эталоны, исходные и рабочие средства измерений.
30.	Обработка результатов измерения. Прямые многократные измерения. Идентификация формы распределения результатов измерений
31.	Систематические погрешности. Классификация систематических погрешностей. Способы обнаружения и устранения систематических погрешностей. Методы устранения систематических погрешностей
32.	Метрологическая надежность средств измерений. Изменение во времени метрологических характеристик СИ. Межповерочный интервал и его определение
33.	Истинные и действительные значения измеряемой величины. Погрешности измерений. Математические модели погрешностей, их характеристики и параметры
34.	Анализ технического процесса поверки и калибровки электрических средств измерения на примере милливольтметра ВЗ-48А
35.	Анализ нормативно-правового обеспечения деятельности отдела качества предприятия в пищевой отрасли
36.	Обеспечение точности результатов измерений, контроля и испытаний.
37.	Основы теории суммирования погрешностей. Суммирование систематических и случайных погрешностей
38.	Поверочные схемы и их роль в обеспечении единства измерений. Эталоны, исходные и рабочие средства измерений.
39.	Обработка результатов измерения. Прямые многократные измерения. Идентификация формы распределения результатов измерений
40.	Однократные измерения. Оценка погрешностей прямых однократных измерений. Кос-

	венные измерения с линейной и нелинейной функциональной зависимостью
--	--