

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Шебзухова Татьяна Александровна

Должность: Директор Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского
Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего
федерального университета

Дата подписания: 05.12.2023 11:00:23

Уникальный программный ключ:

d74ce93cd40e39275c3ba2f58486412a1c8e19a

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«СЕВЕРО - КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНСТИТУТ СЕРВИСА, ТУРИЗМА И ДИЗАЙНА
(филиал) СКФУ в г. Пятигорске
Кафедра Систем управления и информационных технологий

Методические указания
к выполнению практических работ по дисциплине
«Основы метрологии, стандартизации и контроля качества в
строительстве»

Направление подготовки 08.03.01 Строительство
Направленность (профиль): «Городское строительство и хозяйство»

Пятигорск 2021

Содержание

	С
Введение	3
1. Практическая работа №1. Измерение линейных размеров с помощью штанген инструментов и обработка измерений с многократными наблюдениями	4
2. Практическая работа №2. Исследование практических весов. определение точности и места расположения взвешиваемого предмета	12

ВВЕДЕНИЕ

Практические работы ориентированы на приобретение навыков студентами построения систем управления с использованием коммутационного оборудования и электропривода. Практический курс ориентирован на получение практических навыков по работе с аналоговыми и цифровыми интегральными микросхемами. В работах используется практический комплекс Учебный практический стенд «Электротехника и основы электроники НТЦ-01.100, Практический стенд "Основы электроники» НТЦ-58.00 исполнение настольное. Приведён список рекомендуемой литературы. В приложении дан необходимый справочный материал.

Содержащиеся в практикуме сведения теории, методические указания и рекомендации по выполнению практических работ позволяют использовать его в качестве дополнительного пособия для закрепления курса лекций.

Целью данного лабораторного практикума является поэтапное формирование у студентов знаний, умений и навыков создания систем управления с использованием электроники.

Практикум предназначен для студентов Северо - Кавказского федерального университета и может быть полезным для всех желающих основами ознакомиться с основами электроники.

Объем занятий практических работ - 18ч.

Практическая работа № 1

Измерений линейных размеров с помощью штанген инструментов и обработка измерений с многократными наблюдениями

Цель работы: изучение устройства и получение навыков измерения линейных размеров микрометрическими инструментами.

Теоретическая часть

1. Устройство и эксплуатация микрометрических инструментов [9, 10]

К микрометрическим измерительным инструментам относятся **микрометры** для наружных измерений, микрометры для **внутренних** измерений, микрометрические нутромеры, микрометрические глубиномеры и специальные микрометры (для измерения толщины труб, листов и пр.).

Отсчетное устройство микрометрических инструментов

Принцип действия отсчетного устройства всех микрометрических инструментов основан на преобразовании угольных перемещений в линейные при помощи винтовой пары. В этой паре осевое перемещение барабана 3 (рис. 1, а, б) и винта 5 за каждый оборот барабана равно шагу винта.

Если на стебель 4, относительно которого вращается барабан, нанести деления через каждый шаг, то по полученной шкале 11 можно легко определить целое число оборотов винта 5. Для того, чтобы установить долю пройденного деления, на коническом срезе барабана 3 нанесена дополнительная шкала 10, содержащая n делений. Поворот барабана на одно деление этой шкалы вызывает осевое перемещение винта на $1/n$ часть шага.

В большинстве случаев у микрометрических инструментов число делений на срезе барабана равно 50, тогда при $t = 0,5$ мм цена деления инструмента будет равна 0,01 мм. У всех микрометрических инструментов на стебель нанесены две миллиметровые шкалы, из которых одна расположена над продольной чертой стебля, а другая – под чертой (рис. 1, в). Верхняя

шкала сдвинута относительно нижней на размер шага винта, т.е. на 0,5 мм. Целое число миллиметров отсчитывается по основной шкале (с пронумерованными штрихами), а половины миллиметров - по вспомогательной. Доли же шага устанавливаются по числу делений на барабане. Отсчет на рис. 1, б соответствует 13,63 мм.

У всех микрометрических инструментов длина винта не превышает 25 мм, так как в противном случае накопленная ошибка по шагу может оказаться больше точности отсчитывающего устройства.

Любой из современных микрометров имеет скобу 9 (см. рис., а), на левом конце которой запрессована жесткая пятка 1, оканчивающаяся измерительной поверхностью. На правом конце скобы смонтирована микрометрическая головка 8, состоящая из ряда узлов вспомогательного назначения. С микрометрической головкой 8 связаны микровинт 5, гладкая часть (подвижная пятка) которого оканчивается измерительной поверхностью, и трещоточное устройство 7, обеспечивающее постоянство измерительного усилия.

Стопорное устройство 2 служит для закрепления микровинта, когда отсчет производится после снятия микрометра с изделия, и для установки микрометра на нуль.

Установку микрометров с диапазоном измерений свыше 25 мм на нуль производят по установочным калибрам.

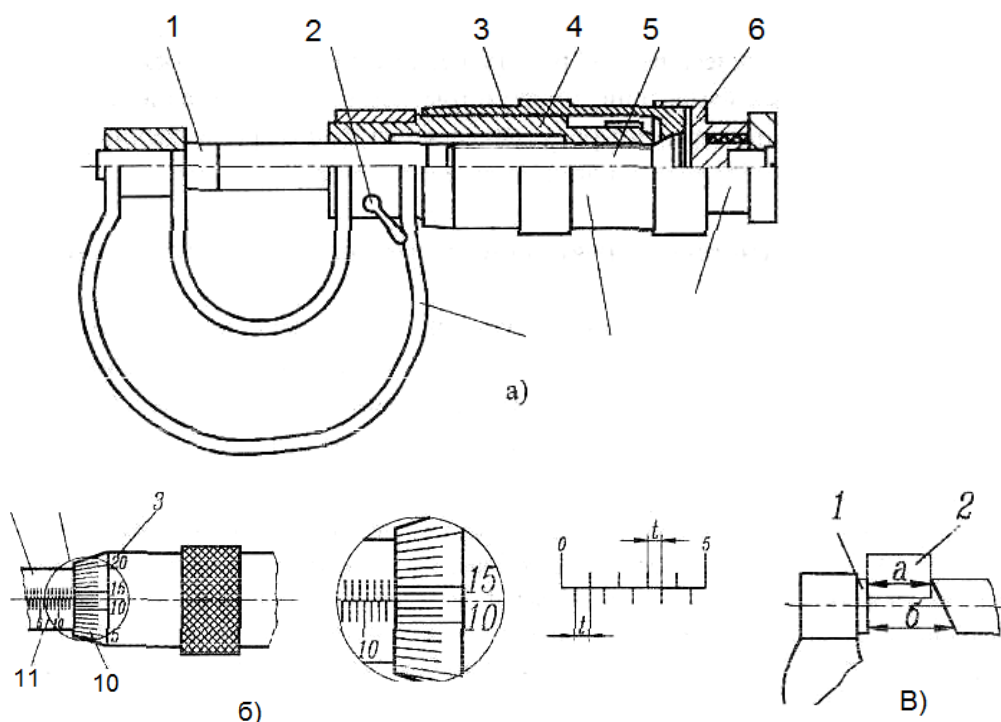


Рис. Микрометр: 1 - пятка, 2 - стопорное устройство; 3 - барабан; 4 - стебель; 5 – микрометрический винт; 6 - установочный колпачок; 7 - трещоточное устройство, 8 - микрометрическая головка; 9- скоба; 10, 11 - шкалы микрометра

Микрометры для внутренних измерений предназначены для измерения диаметров отверстий, ширины пазов и выемок.

Для измерения внутренних размеров свыше 50 мм применяют микрометрические нутромеры. Для увеличения диапазона измерения нутромеров используют удлинители.

Кроме того, существуют микрометры специального назначения.

2. Порядок измерения микрометром [9, 10]

При правильной установке микрометра нулевой штрих барабана совпадает с продольным отсчетным штрихом на стебле, а начальный штрих основной шкалы 0; 25; 50; 75 мм в зависимости от диапазона измерений виден полностью. Если указанные штрихи не совпадают, то микрометр требуется перенастроить. Для этого у микрометра с диапазоном измерения (0-25) мм вращают микровинт за трещотку, доводя измерительные плоскости

пятки и микровинта до соприкосновения, и в таком положении стопорят микровинт. Если же необходимо установить микровинт с диапазоном измерений больше 25 мм, то между измерительными поверхностями пятки и микровинта зажимают (также при помощи трещотки) соответствующий установочный калибр или концевую меру.

Дальнейшая настройка микровинтов осуществляется следующим образом. Поворачивая установочный колпачок 6 (см. рис. 15, а) не более чем на пол-оборота, освобождают барабан. Для этого барабан сдвигают вдоль стебля до появления щелчка.

Барабан поворачивают до совмещения его нулевого штриха с продольным отсчетным штрихом. После этого, придерживая барабан, закрепляют его установочным колпачком.

Перед началом измерений расстояние между измерительными поверхностями устанавливают так, чтобы оно было больше измеряемой величины. Установку следует вести путем вращения барабана в ту или другую сторону, не забыв от стопорить микровинт. В противном случае барабан повернется, и настройка микрометра будет нарушена.

При измерении микрометр осторожно устанавливают на изделие и, вращая микровинт за трещотку, зажимают изделие между измерительными поверхностями. После того как трещотка прекратит проворачиваться, снимают показания.

Задание:

- с помощью микрометра измерить заданный преподавателем размер детали измерить заданный преподавателем размер детали несколько раз (по указанию преподавателя, результаты записать в таблицу.
- выполнить обработку многократных измерений, сделанных с помощью микрометра и дать заключение о годности детали.

Оборудование и материалы.

Микрометр гладкий МК25-1, микрометр гладкий МК50-2, объект измерения и его чертёж (выдаёт преподаватель).

3. Порядок выполнения работы

- Изучают инструкцию по технике безопасности при выполнении практических работ.
- Вычерчивают эскиз детали с указанием на нем заданного размера.
- Изучают устройство микрометров
- Выбирают необходимый микрометр.
- Измеряют заданный размер (см. раздел 3) с числом наблюдений n больше 4. Результаты наблюдения x_i , заносят в таблицу (см. таблицу далее).
- Исключают известные систематические погрешности из результатов наблюдений;
- вычисляют среднее арифметическое значение $\bar{x}$ измеряемой величины из n единичных результатов наблюдений x ;
- вычисляют среднюю квадратическую погрешность единичных измерений в ряду измерений S ;
- исключают промахи (грубые погрешности измерений);
- вычисляют среднюю квадратическую погрешность результатов измерений среднего арифметического $S_{\bar{x}}$;
- проверяют гипотезу о том, что результаты измерений распределяются по нормальному закону;
- вычисляют доверительные границы случайной погрешности результата измерения $\pm \varepsilon$;
- -вычисляют доверительные границы не исключенной систематической погрешности результата измерения $\pm \theta$;
- вычисляют доверительные границы погрешности результата измерения $\pm (\Delta x)_{\Sigma}$;
- представляют результат измерения в виде $X = \bar{x} \pm (\Delta x)_{\Sigma}$, P (P – доверительная вероятность);

- дают заключение о годности детали по заданному размеру.

4. Обработка результатов измерения микрометром с многократными наблюдениями

Измерение микрометром производится с целью определения действительного значения измеряемой величины. Всякое измерение сопровождается погрешностями. Для повышения точности измерений проводят несколько наблюдений при измерении.

При статической обработке результатов группы наблюдений, руководствуясь

ГОСТ 8.207–76 (раздел 3). Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений, выполняют следующие операции согласно методике, изложенной в разделе 3, при этом:

- исключают известные систематические погрешности из результатов наблюдений;
- исключают промахи, возникшие в результате грубых погрешностей;
- проверяют гипотезу о том, что результаты наблюдений распределяются по нормальному закону;
- вычисляют доверительные границы случайной погрешности результата измерения;
- - вычисляют доверительные границы неучтенной систематической погрешности результата измерения;
- вычисляют доверительные границы погрешности результата измерения.

Пример: при многократном измерении диаметра валика $\varnothing 15-0,027$ микрометром, получены следующие результаты: $5 \cdot 15,00$, $5 \cdot 14,98$, $14,95$, $15,01$. Неучтенная систематическая погрешность результата измерения, вызванная отклонением температуры вала от нормальной θ , $= 2$ мкм.

Определить θ , является ли результат промахом, и записать результат измерения с доверительной вероятностью $P=0,95$.

1. Вычислим среднее арифметическое значение измеряемой величины, мм:

$$\bar{x} = \frac{5 \cdot 15 + 5 \cdot 14,98 + 14,95 + 15,01}{12} \approx 14,988 \text{ мм.}$$

2. Среднее квадратичное отклонение результатов наблюдений:

$$S_x = \sqrt{\frac{5 \cdot (0,012^2) + 5 \cdot (0,008^2) + 0,038^2 + 0,022^2}{11}} \approx 0,054 \text{ мм.}$$

3. При числе измерений $n < 20$ и нормальном распределении результатов измерений целесообразно применять критерий Романовского (раздел 3). При $n=13$ получаем $z_T=2,52$, соответственно z :

$z = (x_{\text{п}} - \bar{x}) / S = 14,95 - 14,988 / 0,054 = 0,038 / 0,054 \approx 0,703$, что меньше 2,52, значит, это не промах.

$X=14,95$ – не промах, следовательно п. 4. раздела 3 выполнять не нужно

5. Вычислим среднюю квадратическую погрешность результатов измерений среднего арифметического $S_{\bar{x}} = \frac{0,054}{\sqrt{11}} \approx 0,016 \text{ мм.}$

6. Доверительные границы случайной погрешности результата измерения $\pm \varepsilon$ при доверительной вероятности P находим по формуле (раздел 3)

$$\varepsilon = \pm t S(x),$$

где t – коэффициент Стьюдента, определяемый по табл. 3 (раздел 3).

При $P=0,95$ и $n=12$ получаем $t=2,262$ и

$$\varepsilon = t \cdot S = 2,262 \cdot 0,016 \approx 0,036 \text{ мм.} \quad 0,002$$

7. Так как отношение $\frac{\theta}{S(x)} = \frac{0,002}{0,036} < 0,8$, то неучтенной систематической погрешностью по сравнению со случайной погрешностью можно пренебречь и принять, что граница погрешности результата измерения $\Delta = \varepsilon$.

8. Представляем результат измерения в виде $X = x \pm (\Delta x)_{\Sigma}$, P (P – доверительная вероятность).

Результат: $X = X_{\text{ср}} \pm \Delta = 14,988 \pm 0,036 \approx 14,99 \pm 0,04, 0,95$.

9. Результаты наблюдений и вычислений заносятся в таблицу.

Таблица

Характеристика размера					Результаты наблюдений Xi, мм	Хср, мм	Результат измерения, Мм
обозначение размера	предельные отклонения		предельные раз меры, мм	допуск Т, мм			
	E1(a)	E3(сa)					
Ø 15-0,027	0	-0,027	Ø 15-0,027	0,027	15,00	14,988	14,988 ± 0,036
					14,98		
					14,98		
					14,95		
					15,00		
					14,98		
					14,98		
					15,00		
					15,00		
					15,01		

Заключение о годности детали

Контрольные вопросы

1. Какие виды микрометрических инструментов Вы знаете?
2. На чем основан принцип действия микрометрических инструментов?
3. Сколько отсчётных шкал имеют микрометрические инструменты и каково их назначение?
4. Каковы особенности процесса измерения для разных типоразмеров микрометрических инструментов?
5. Какова последовательность и особенности обработки результатов измерения микрометром с многократными наблюдениями

Практическая работа №2.

Исследование практических весов. определение точности и места расположения взвешиваемого предмета

Цель работы: получение практических навыков поверки весов.

Теоретическая часть

Настоящая Практическая работа распространяется на весы Практические высокого класса точности модификации ВЛТЭ производства ФГУП «Санкт-Петербургский завод «Госметр» и устанавливает методику их первичной и периодической поверок. Весы должны соответствовать ГОСТ 24104-2001 «Весы Практические. Общие технические требования» и ТУ 4274-002-00226394-2001/Межповерочный интервал – 1 год.

1 Операции и средства поверки

При проведении первичной и периодической поверок должны быть выполнены следующие операции и применены средства измерений с характеристиками, указанными в таблице 1.

Таблица 1 Операции и средства измерений

Наименование операции	Номер пункта Методики поверки	Средства поверки, их технические характеристики	Обязательность проведения операции при первичной и периодической поверке
1 Внешний осмотр	5.1		да
2. Опробование	5.2		да
3 Определение погрешности весов	5.3	Гири 20, 500 мг, набор (1г-5 кг) класса F2 по ГОСТ 7328-2001	
3.1 Определение погрешности весов			
3.1 Определение погрешности весов	5.3.1	Номинальная масса гирь выбирается по таблице 3	да
3.2 Определение среднего квадратического отклонения показаний весов	5.3.2	Номинальная масса гирь выбирается по таблице 3	да

Примечание: Средства поверки, на которые дана ссылка в таблице 1, могут быть заменены аналогичными, обеспечивающими требуемую точность и пределы измерений. Пределы допускаемых значений метрологических характеристик весов приведены в таблице 2.

Таблица 2 Значения метрологических характеристик

НмПВ, г	НПВ, г	СКО, г	Интервалы взвешивания	Пределы допускаемых значений погрешности весов, г	
				при первичной поверке	в эксплуатации

2. Условия поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха $(20 \pm 5)^\circ \text{C}$;
- изменение температуры в помещении в течение 1 часа не должно превышать 2°C ;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %.

Весы не должны устанавливаться вблизи отопительных систем и окон, не защищённых теплоизоляцией.

3 Подготовка к поверке

1. При подготовке к проведению поверки должны быть выполнены следующие операции:

- время выдержки распакованных весов в практическом помещении перед началом поверки должно быть не менее 12 часов;
- перед проведением поверки весы должны быть установлены по уровню;
- перед проведением поверки весы должны быть включены в сеть и выдержаны во включённом состоянии в течение 30 минут.

4. Проведение поверки

1. Внешний осмотр

1.1 При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие весов следующим требованиям:

- отсутствие видимых повреждений сборочных единиц весов;
- наличие маркировки и комплектующих изделий согласно комплекту поставки.

2. Опробование

2.1. После прогрева в течение 30 минут весы приводятся в рабочее состояние. Изображение цифр на индикаторе должно быть чётким.

2.2. Калибровка весов должна быть выполнена в соответствии с требованиями «Руководства по эксплуатации» на весы (ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 1).

3. Определение метрологических характеристик

3.1. Определение погрешности весов

3.1.1 Погрешность весов определяют при центрально-симметричном нагружении и разгрузении весов гирями, равномерно распределёнными во всём диапазоне взвешивания, включая НмПВ, НПВ, номинальные значения массы которых указаны в таблице 2, в такой последовательности:

- а) установить нулевые показания весов, нажав клавишу ТАРА;
- б) поместить гирю (гири) в центр чашки весов;
- в) снять показания весов после их установления;
- г) снять гирю (гири) с чашки, дождаться установления показаний;
- д) выполнить операции по п. п. а) – г) для следующих нагрузок.

Кроме того, погрешность весов определяют при однократном нагружении центра каждой четверти чашки весов, как показано на рисунке, гирей (гирями не более двух) массой близкой к $1/3$ значения НПВ, при использовании нескольких гирь гири устанавливаются одна на другую.

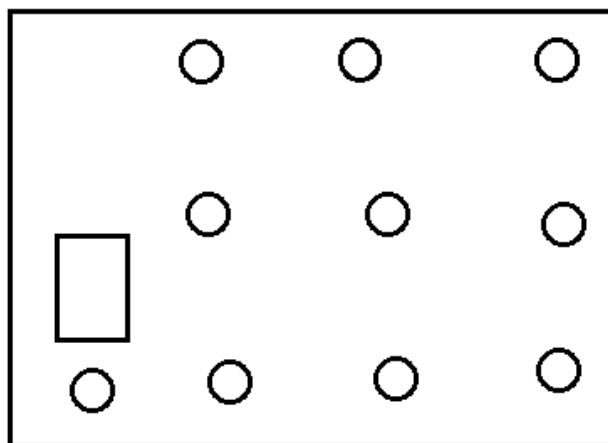


Рисунок 3.1. Расположение мест измерения веса.

3.1.2. Погрешность весов при каждом i -м измерении (Δi) определяют по формуле:

$$\Delta i = Li - mi, (1)$$

где $Li - i$ - е показание весов; m – действительное значение массы гирь, помещаемых на чашку весов; i - порядковый номер измерения.

3.1.3. Погрешность весов при каждом i -м измерении не должна превышать пределов допускаемой погрешности в интервалах взвешивания, указанных в таблице 2.

Форма протокола определения погрешности весов приведена в приложение А.

3.2. Определение среднего квадратического отклонения показаний весов

3.2.1. Среднее квадратическое отклонение (СКО) показаний весов определяют гирями, номинальное значение массы которых указано в таблице 3, в такой последовательности:

- устанавливают нулевые показания весов нажатием клавиши ТАРА;
- помещают гирю (гири) в центр чашки весов;
- после появления символа единицы измерения снимают первое показание весов L_{p1} ;
- снимают гирю (гири) с чашки весов;

– вновь помещают гирю (гири) в центр чашки весов;

– после появления символа единицы измерения снимают второе показание весов L_{p2} ;

– операции повторяют до получения пяти показаний весов.

Вычисляют наибольшую разность между показаниями весов:

$$\Delta i = L_{p \max} - L_{p \min}, \quad (2)$$

где $L_{p \max}$? $L_{p \min}$ — наибольшее и наименьшее показания весов.

Вычисляют СКО показаний весов:

$$\sigma = \frac{\Delta_p}{2,326}$$

3.2.2. Среднее квадратическое отклонение показаний весов не должно превышать значений, приведённых в таблице 2.

3.2.3. Форма протокола определения СКО приведена в приложении Б.

4. Оформление результатов поверки

Положительные результаты поверки должны оформляться:

- при выпуске из производства – записью в «Руководстве по эксплуатации», удостоверенной поверителем;
- после ремонта и при периодической поверке – выдачей свидетельства о поверке по форме, установленной правилами ПР 50.2.006-94 «Поверка средств измерений. Организация и порядок проведения».

В свидетельстве о поверке указывают значение СКО, наибольшие по абсолютной величине значения погрешности весов в интервалах взвешивания.

В случае отрицательных результатов весы к выпуску и применению не допускаются, и выдается извещение о непригодности весов в соответствии с ПР 50.2.006-94. Выданное ранее свидетельство должно быть аннулировано.

Задание:

- изучить методику поверки и произвести поверку весов;
- оформить результаты поверки протоколом.

Оборудование и материалы.

Высокоточные Практические весы. набор гирь для калибровки и поверки весов.

Порядок выполнения работы

1. С помощью уровня определить горизонтальность расположения измерительного стола.
2. Включить весы подождать, когда показания установятся и если необходимо обнулить показания.
3. Произвести измерения веса гирек в разных местах измерительного стола (по рис. 3.1) помощью гирек.
4. Произвести расчёты показателей качества измерений.
5. Сделать выводы по результатам испытаний.

Контрольные вопросы

1. Что такое поверка и чем она отличается от калибровки весов?
2. Какие виды поверок вы знаете?
3. Какова последовательность операций поверки?
4. Что такое НмПВ и НПВ?
5. Какова последовательность подготовки к поверке?
6. Каково время выдержки распакованных весов в практическом помещении перед началом поверки?
7. Что такое среднее квадратическое отклонение (СКО) показаний весов?
8. Каким образом определяется среднее квадратическое отклонение показаний весов?