

Содержание отчета:

Отчет должен содержать:

1. Название работы;
2. Цель работы;
3. Краткие теоретические сведения;
4. Описание используемого оборудования и материалов;
5. Порядок выполнения работы;
6. Вычисления и обработка результатов;
7. Выводы.

Контрольные вопросы:

1. Что изучает метрология.
2. Дайте определение измерения.
3. На какие виды классифицируются измерения?
4. Какие методы измерений Вы знаете.
5. Средства измерений и их виды.
6. Что понимают под точностью измерительного прибора? Как обозначается класс точности на средствах измерений.

Лабораторная работа №2. Косвенные однократные измерения

Цель работы: Проведение однократных прямых и косвенных измерений с применением различных по точности средств измерений; обработка, представление (запись) и интерпретация результатов проведенных измерений, а также анализ и сопоставление точности результатов косвенных измерений с точностью средств измерений, используемых при проведении прямых измерений.

Основы теории:

Измерения классифицируются:

а) по числу наблюдений:

- однократное измерение - измерение, выполняемое один раз. Недостатком этих измерений является возможность грубой ошибки - промаха;

- многократное измерение - измерение физической величины одного и того же размера, результат которого получен из нескольких следующих друг за другом измерений, т. е. состоящее из ряда однократных измерений.

Обычно их число $n > 3$. Многократные измерения проводят с целью уменьшения влияния случайных факторов на результат измерений;

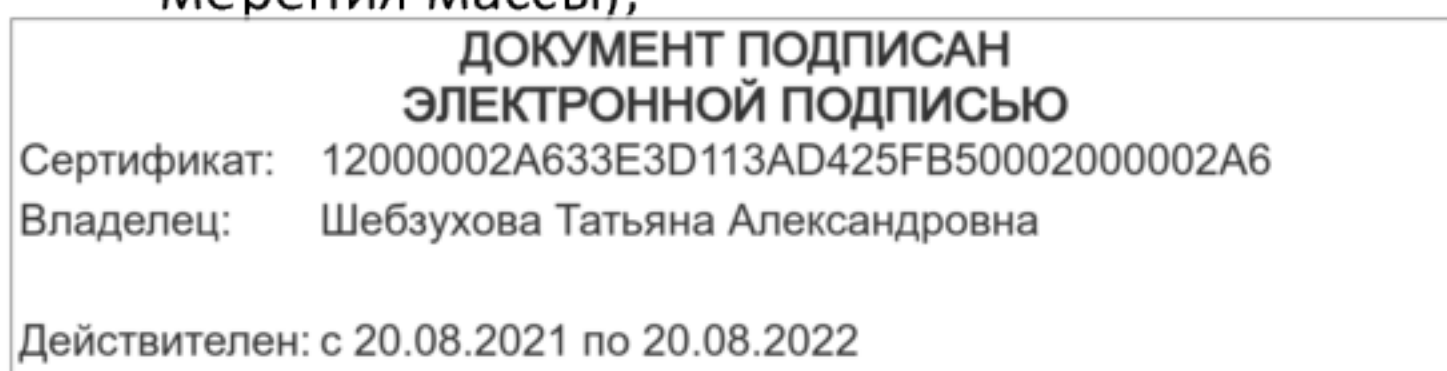
б) по характеру точности (по условиям измерения):

- равноточные измерения - ряд измерений какой-либо величины, выполненных одинаковыми по точности СИ в одних и тех же условиях с одинаковой тщательностью;

- неравноточные измерения - ряд измерений какой-либо величины, выполненных несколькими различающимися по точности СИ и (или) в разных условиях;

в) по выражению результата измерения:

- абсолютное измерение - измерение, основанное на прямых измерениях одной или нескольких основных величин и (или) использовании значений физических констант (например, измерение силы $F = m \cdot g$ основано на измерении основной величины - массы m и использовании физической постоянной - ускорения свободного падения g (в точке измерения массы));



- относительное измерение - измерение отношения величины к одноименной величине, играющей роль единицы, или измерение изменения величины по отношению к одноименной величине, принимаемой за исходную;

г) по способу получения результата измерения:

- прямое измерение - это измерение, при котором искомое значение физической величины получают непосредственно (например, измерение массы на весах, измерение длины детали микрометром);

- косвенное измерение - это определение искомого значения физической величины на основании результатов прямых измерений других физических величин, функционально связанных с искомой величиной;

- совокупные измерения - это проводимые одновременно измерения нескольких одноименных величин, при которых искомые значения величин определяют путем решения системы уравнений, получаемых при измерениях этих величин в различных сочетаниях (например, значение массы отдельных гирь набора определяют по известному значению массы одной из гирь и по результатам измерений (сравнений) масс различных сочетаний гирь);

- совместные измерения - это проводимые одновременно измерения двух или нескольких неоднородных величин для определения зависимости между ними;

д) по характеру изменения измеряемой физической величины:

- статическое измерение - измерение физической величины, принимаемой в соответствии с конкретной измерительной задачей за неизменную на протяжении всего времени измерения. Они проводятся при практическом постоянстве измеряемой величины;

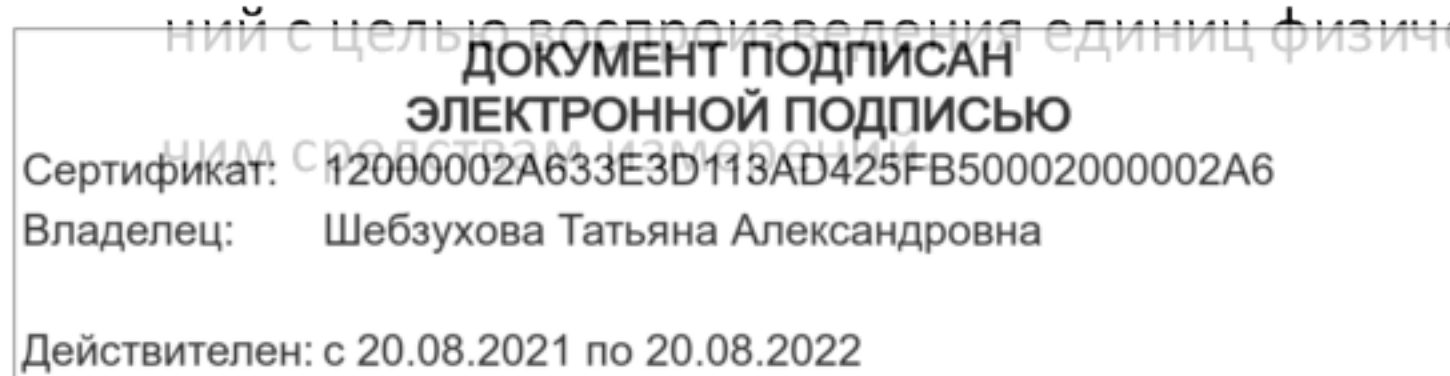
- динамическое измерение - измерение изменяющейся по размеру физической величины;

е) по метрологическому назначению используемых средств измерений:

- технические измерения - измерения с помощью рабочих средств измерений;

- метрологические измерения - измерения при помощи эталонных средств измере-

ний с целью воспроизведения единиц физических величин для передачи их размера рабо-



Результаты измерений представляют собой приближенные оценки значений величин, найденных путем измерений, так как даже самые точные приборы не могут показать действительного значения измеряемой величины. Обязательно существует погрешность измерений, причинами которой могут быть различные факторы. Они зависят от метода измерения, от технических средств, с помощью которых проводятся измерения, и от восприятия наблюдателя, осуществляющего измерения.

Точность результата измерений - это одна из характеристик качества измерения, отражающая близость к нулю погрешности результата измерения. Чем меньше погрешность измерения, тем больше его точность.

Погрешность измерения Δ_x - отклонение результата измерения X от истинного или действительного значения (A или X_d) измеряемой величины:

$$\Delta_x = X - A(X_d)$$

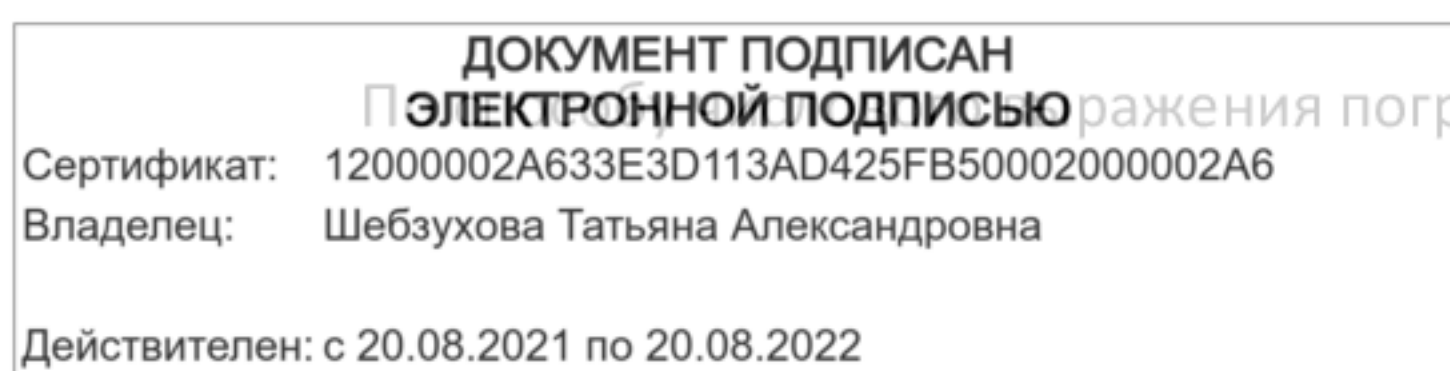
Истинное значение физической величины - значение физической величины, которое идеальным образом характеризует в качественном и количественном отношении соответствующую физическую величину.

Оно не зависит от средств нашего познания и является абсолютной истиной. Оно может быть получено только в результате бесконечного процесса измерений с бесконечным совершенствованием методов и средств измерений.

Действительное значение физической величины - значение физической величины, полученное экспериментальным путем и настолько близкое к истинному значению, что в поставленной измерительной задаче может быть использовано вместо него.

Погрешности измерения также могут быть классифицированы по ряду признаков, в частности:

- а) по способу числового выражения;
- б) по характеру проявления;
- в) по виду источника возникновения (причин возникновения).



Выражения погрешность измерения может быть:

Абсолютная погрешность измерения Δ_i представляет собой разность между измеренным и истинным значениями измеряемой величины, т. е.

$$\Delta_i = a_i - A$$

Относительная погрешность измерения γ представляет собой отношение абсолютной погрешности измерения к действительному значению измеряемой величины. Относительная погрешность может выражаться в относительных единицах (в долях) или в процентах:

$$\gamma = \frac{\Delta_i}{A}$$

Относительная погрешность показывает точность проведенного измерения.

В зависимости от характера проявления различают систематическую (A_c) и случайную (A) составляющие погрешности измерений, а также грубые погрешности (промахи).

Систематическая погрешность измерения - это составляющая погрешности результата измерений, остающаяся постоянной или закономерно изменяющаяся при повторных измерениях одной и той же физической величины.

Случайная погрешность измерения - это составляющая погрешности результата измерений, изменяющаяся случайным образом (по знаку и значению) при повторных измерениях, проведенных с одинаковой тщательностью, одной и той же физической величины.

Грубые погрешности (промахи) возникают из-за ошибочных действий оператора, неисправности СИ или резких изменений условий измерений (например, внезапное падение напряжения в сети электропитания).

В зависимости от вида источника возникновения погрешности рассматриваются следующие составляющие общей погрешности измерений:

Погрешности метода - это погрешности, обусловленные несовершенством метода измерений, приемами использования средств измерения, некорректностью расчетных формул и округления результатов, проистекающие от ошибочности или недостаточной разработки принятой теории метода измерений в целом или от допущенных упрощений при проведении измерений.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Погрешности средств измерений - это погрешности, зависящие от погрешностей применяемых средств измерений.

Исследование инструментальных погрешностей является предметом специальной дисциплины - теории точности измерительных устройств.

Субъективные составляющие погрешности - это погрешности, обусловленные индивидуальными особенностями наблюдателя. Такого рода погрешности вызываются, например, запаздыванием или опережением при регистрации сигнала, неправильным отсчетом десятых долей деления шкалы, асимметрией, возникающей при установке штриха посередине между двумя рисками и т. д.

Приближенное оценивание погрешности

Однократные измерения. Подавляющее большинство технических измерений являются однократными. Выполнение однократных измерений обосновывают следующими факторами:

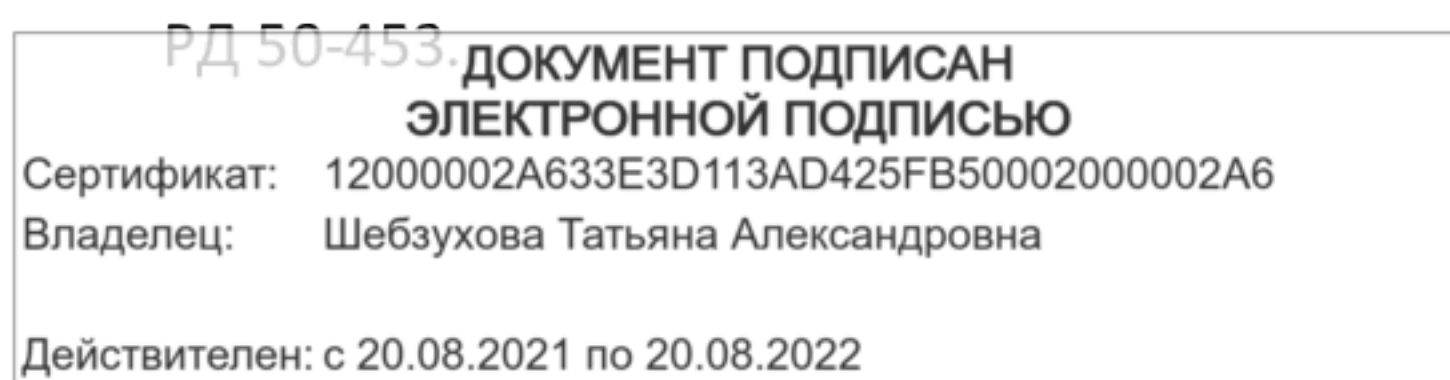
- производственной необходимостью (разрушение образца, невозможность повторения измерения, экономическая целесообразность и т. д.);
- возможностью пренебрежения случайными погрешностями;
- случайные погрешности существенны, но доверительная граница погрешности результата измерения не превышает допускаемой погрешности измерений.

За результат однократного измерения принимают одно единственное значение отсчета показания прибора. Будучи по сути дела случайным, однократный отсчет x включает в себя инструментальную, методическую и личную составляющие погрешности измерения, в каждой из которой могут быть выделены систематические и случайные составляющие погрешности.

Составляющими погрешности результата однократного измерения являются погрешности СИ, метода, оператора, а также погрешности, обусловленные изменением условий измерения.

Погрешность результата однократного измерения чаще всего представлена систематическими и случайными погрешностями.

Погрешность СИ определяют на основании их метрологических характеристик, которые должны быть указаны в нормативных и технических документах, и в соответствии с



Погрешности метода и оператора должны быть определены при разработке и аттестации конкретной МВИ (методики выполнения измерений). Личные погрешности при однократных измерениях обычно предполагаются малыми и не учитываются.

Косвенные измерения. При косвенных измерениях искомое значение величины находят расчетом на основе прямых измерений других физических величин, функционально связанных с искомой величиной известной зависимостью: $y = f(x_1, x_2, x_3 \dots x_n)$, где $x_1, x_2, x_3 \dots x_n$ - подлежащие прямым измерениям аргументы функции y .

Результатом косвенного измерения является оценка величины y , которую находят подстановкой в формулу $y = f(x_1, x_2, x_3 \dots x_n)$ измеренных значений аргументов x_i .

Поскольку каждый из аргументов x_i измеряется с некоторой погрешностью, то задача оценивания погрешности результата сводится к суммированию погрешностей измерения аргументов. Однако особенность косвенных измерений состоит в том, что вклад отдельных погрешностей измерения аргументов в погрешность результата зависит от вида функции $y = f(x_1, x_2, x_3, \dots x_n)$.

Для оценки погрешностей существенным является разделение косвенных измерений на линейные и нелинейные косвенные измерения.

При линейных косвенных измерениях уравнение измерений имеет вид:

$$y = \sum_{i=1}^n b_i \cdot x_i ,$$

где b_i - постоянные коэффициенты при аргументах $y = x_i$.

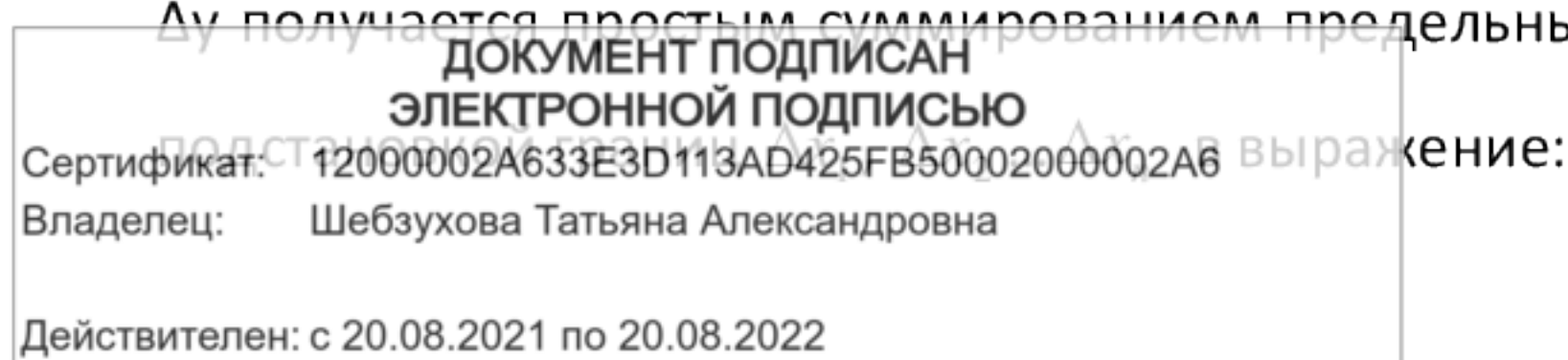
Результат линейного косвенного измерения вычисляют по формуле

$$y = \sum_{i=1}^n b_i \cdot x_i , \text{ подставляя в нее измеренные значения аргументов.}$$

Погрешности измерения аргументов x_i могут быть заданы своими границами Δx_i

При малом числе аргументов (меньше пяти) простая оценка погрешности результата

~~Δy получается простым суммированием предельных погрешностей (без учета знака), т. е.~~



$$\Delta y = \Delta x_1 + \Delta x_2 + \Delta x_3 + \dots \Delta x_n$$

Погрешность записи (округления) числа

Погрешность записи (округления) числа определяется как отношение половины единицы младшего разряда числа к значению числа.

Например, для нормального ускорения падающих тел $g = 9,81 \text{ м/с}^2$, единица младшего разряда равна 0,01, следовательно, погрешность записи числа 9,81 будет равна

$$\delta = \frac{0,01}{2 \cdot 9,81} = 5,1 \cdot 10^{-4} = 0,05\%$$

Указание по технике безопасности:

Указания по технике безопасности при выполнении лабораторных работ приведены в приложение А.

Указания по выполнению лабораторной работы:

Произвести однократные измерения диаметра и высоты цилиндра средствами измерений различной точности: штангенциркулем, микрометром и линейкой. Результаты измерений записать в табл. 2.1.

В качестве цилиндра 1 выбрать цилиндр меньшей высоты.

Результаты прямых измерений диаметра и высоты цилиндров записать в таблицу с той точностью, с какой позволяет измерить средство измерений.

Таблица 2.1.

Измеряемый параметр	Цилиндр 1 (<)		Цилиндр 2 (>)	
	Микрометр	Штангенциркуль	Штангенциркуль	Линейка
Диаметр d , мм				
Высота h , мм				
Объем V , мм				
Отн. Погр.				
Абс погр.				

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
 ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
 Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
 Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
 Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Определить объём цилиндра:

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

Определить относительную погрешность измерения, выраженную в относительных единицах

$$\delta_V = \frac{\Delta V}{V}$$

Для определения относительной погрешности измерений δ_V необходимо формулу $\delta_V = \frac{\Delta V}{V}$ преобразовать в удобную для расчета, используя формулу

$$\Delta y = \Delta x_1 + \Delta d_2 + \dots + \Delta x_{\phi}.$$

В полученной формуле Δd , Δh - погрешности средств измерений, используемых при измерениях диаметра и высоты цилиндров.

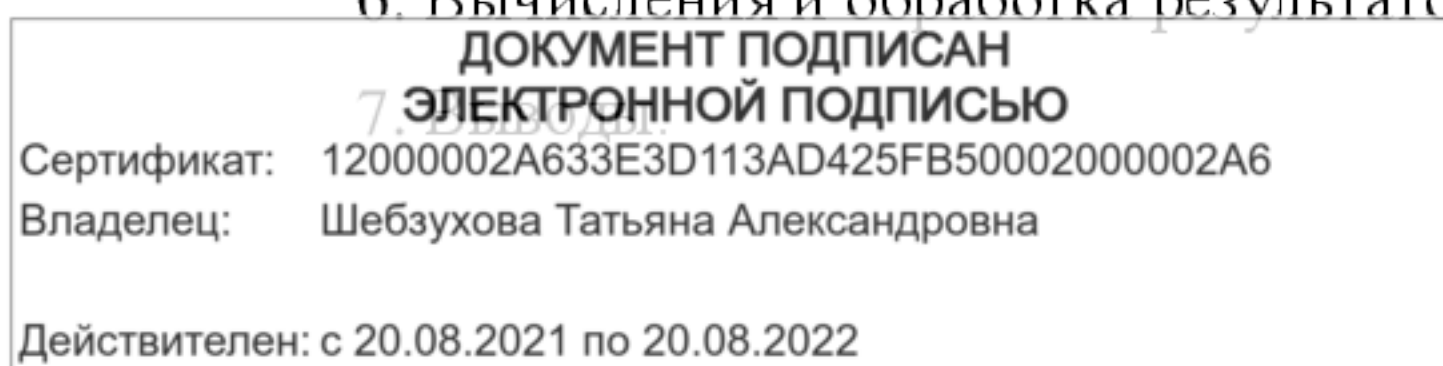
При косвенных измерениях физических величин очень часто используются табличные данные или иррациональные константы. В силу этого используемое при расчетах значение константы, округленное до некоторого знака, является приближенным числом, вносящим свою долю в погрешность измерений. Эта доля погрешности определяется как погрешность записи (округления) константы.

Оформить отчёт по лабораторной работе.

Содержание отчета:

Отчет должен содержать:

1. Название работы;
2. Цель работы;
3. Краткие теоретические сведения;
4. Описание используемого оборудования и материалов;
5. Порядок выполнения работы;
6. Вычисления и обработка результатов;



Контрольные вопросы:

1. Какие характеристики средств измерений (СИ) называют метрологическими.
2. На какие группы подразделяются метрологические характеристики СИ.
3. Как вы понимаете термин «функция преобразования».
4. Что такое чувствительность, порог чувствительности СИ.
5. Что представляет собой диапазон измерений, диапазон показаний.
6. В каких единицах измеряется абсолютная, относительная и приведенная погрешность СИ.
7. Пределы каких погрешностей могут нормироваться при установлении класса точности СИ.
8. Чему равняется нормирующее значение при определении приведенной погрешности СИ.
9. Как обозначается класс точности в нормативной документации и на средствах измерения.
10. Из какого ряда чисел выбирают значения пределов допускаемых погрешностей СИ?
11. Какие условные обозначения наносятся на электроизмерительные приборы.

Лабораторная работа №3. Прямые многократные разноточные измерения.

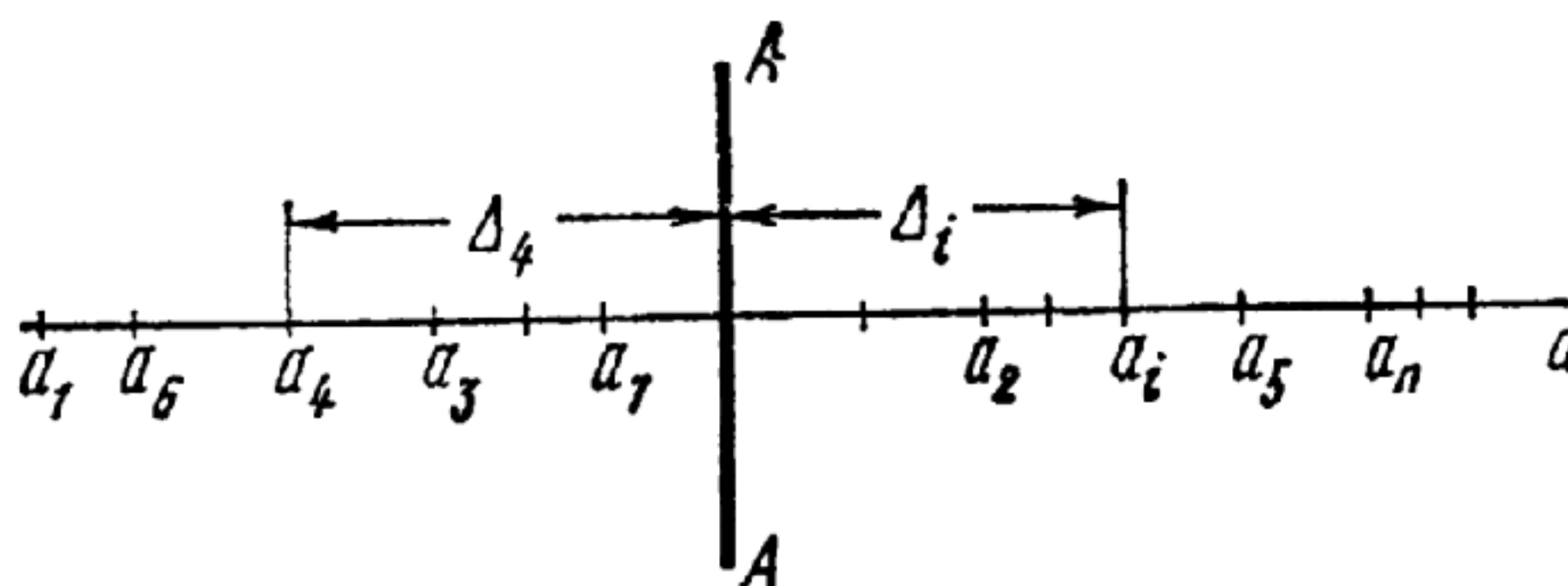
Цель работы: Статистическая обработка ряда прямых многократных разноточных измерений.

Основы теории:

При правильном проведении измерений, достаточном их количестве и исключении систематических погрешностей и промахов можно утверждать, что истинное значение измеряемой величины не выходит за $\lim$ значений полученных при этих измерениях.

Пусть величину A измерили n раз и наблюдали при этом значения $a_1, a_2, a_3 \dots a_i \dots a_n$. Случайная абсолютная погрешность отдельного измерения определяется:

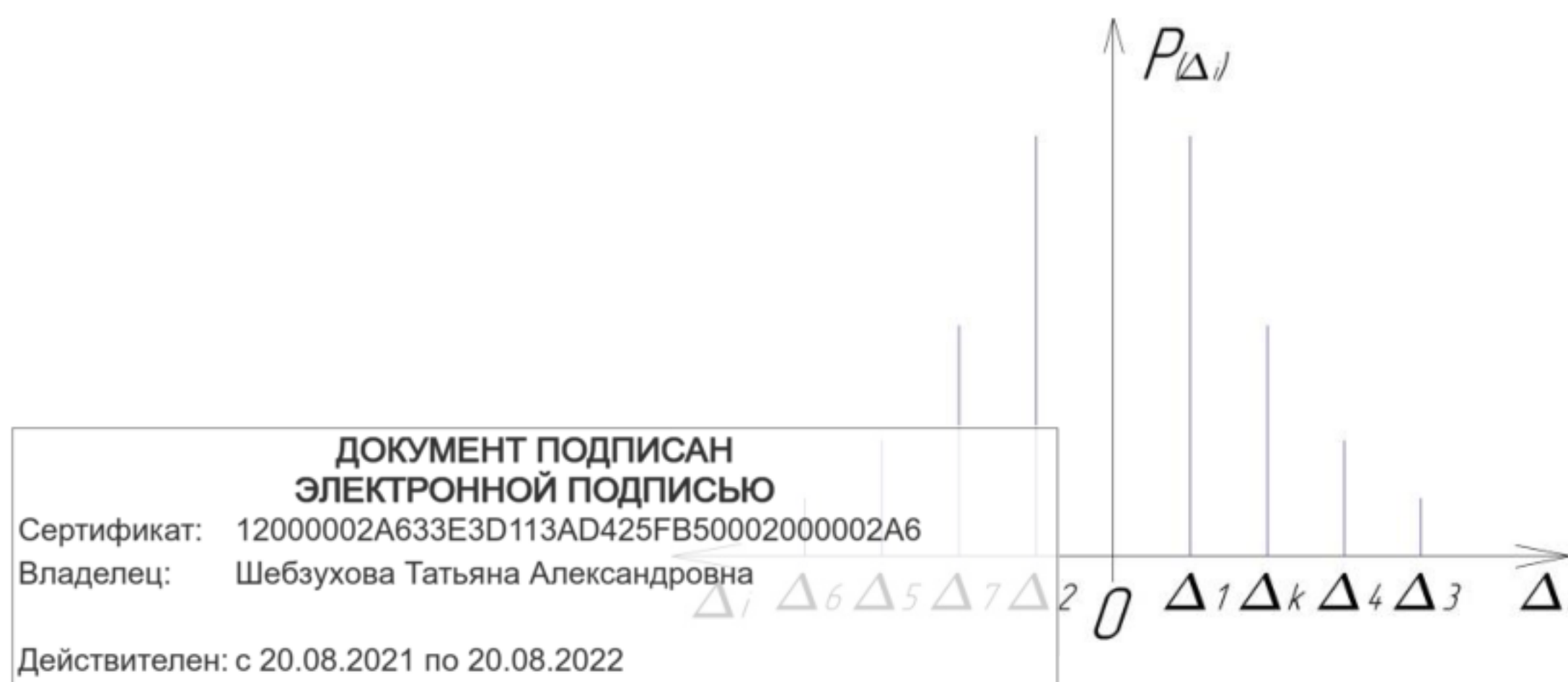
$$\Delta_i = a_i - A$$



При $n > 1$ одни и те же погрешности, если они имеют дискретный ряд значений, повторяются и поэтому можно установить частоту их появления, т.е. отношение числа одинаковых данных m_i к общему числу проведённых измерений n .

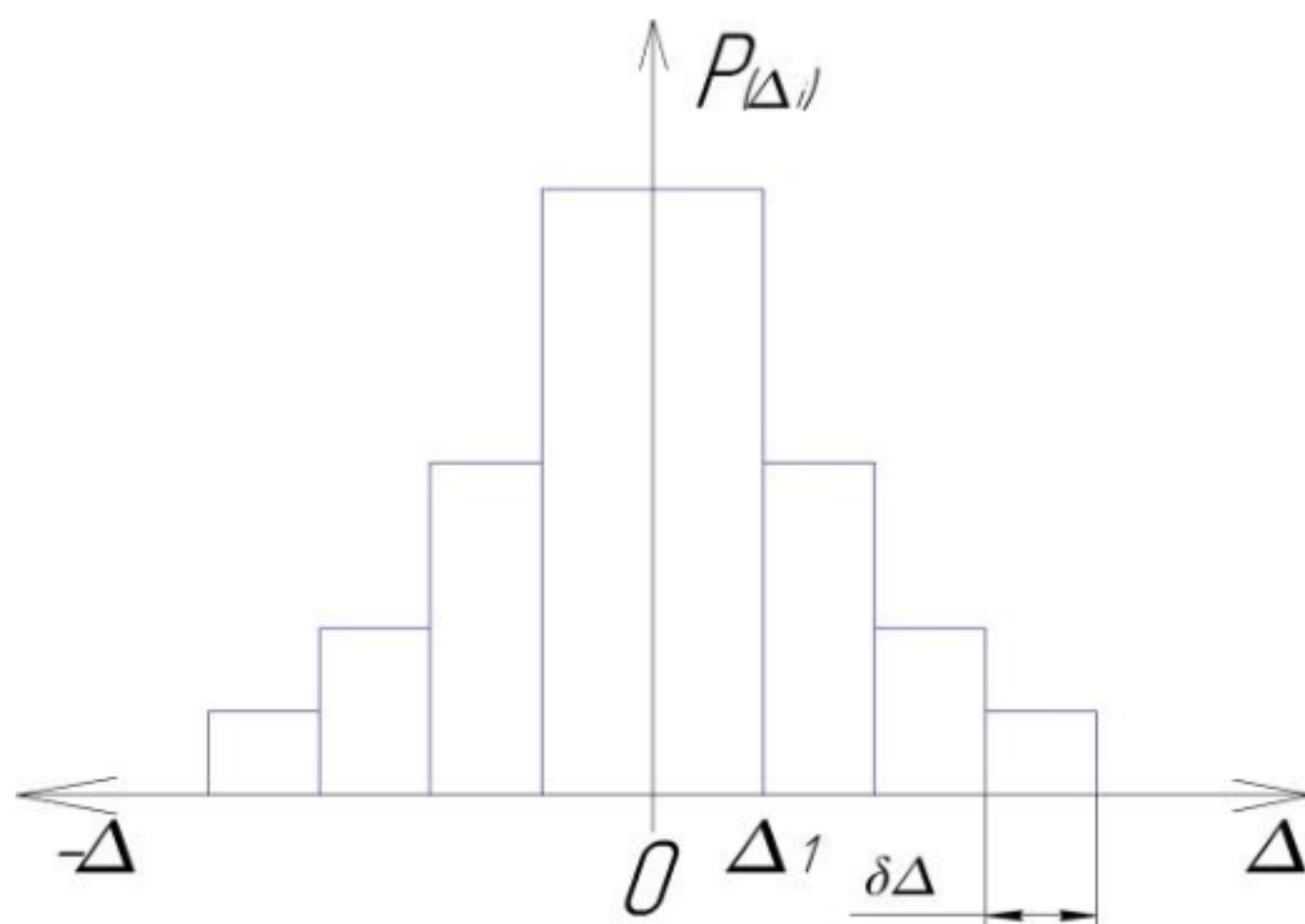
$$P(\Delta_i) = \frac{m_i}{n}$$

Статистическая зависимость частоты или вероятности появления тех или иных случайных погрешностей (ошибок) от их величины называется **законом распределения** этих погрешностей (ошибок).



При $\gg n$ и $\uparrow E_x$ измерений погрешности Δ_i могут получать значения сколько угодно мало отличающиеся друг от друга.

В этом случае следует рассмотреть $W!$ появления погрешности в каком-то интервале $\delta\Delta$ их возможных величин, т.к. при этом частота появления той или иной конкретной погрешности теряет смысл. И теперь закон распределения погрешностей (ошибок) можно представить в виде гистограммы, на которой $W!$ изображается площадью прямоугольника с основанием $\delta\Delta$



Для каждого прямоугольника можно найти среднюю плотность $W!$ -ти погрешности:

$$\varphi(\Delta) = \frac{P(\Delta_i)}{\Delta_i}.$$

При $n \rightarrow \infty$ $\delta\Delta$ беспрестанно сужается и плотность $W!$ -ти $\varphi(\Delta)$ стремится к некоторому пределу:

$$\varphi(\Delta) = \lim_{\delta\Delta \rightarrow 0} \left| \frac{\delta P}{\delta\Delta} \right| = \frac{dP}{d\Delta}$$

Интегральная связь между $W!$ -ю появления погрешности в интервале $\Delta_1 - \Delta_2$ и плотностью $W!$ -ти:

$$P(\Delta) = \int_{\Delta_1}^{\Delta_2} \varphi(\Delta) \cdot d\Delta,$$

т.е. $W!$ появления погрешности представляется как непрерывная функция величины погрешности.

Если принять такие условия (следовать при проведении измерений), как:

- погрешности измерений могут принимать непрерывный ряд значений;
- $W!$ (частота) появления случайных погрешностей равных по абсолютной величине,

но противоположных по знаку, одинакова;

- $W!$ появления погрешностей $<$ случайных погрешностей больше $W!$ появления $>$ случайных погрешностей встречаются чаще),

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

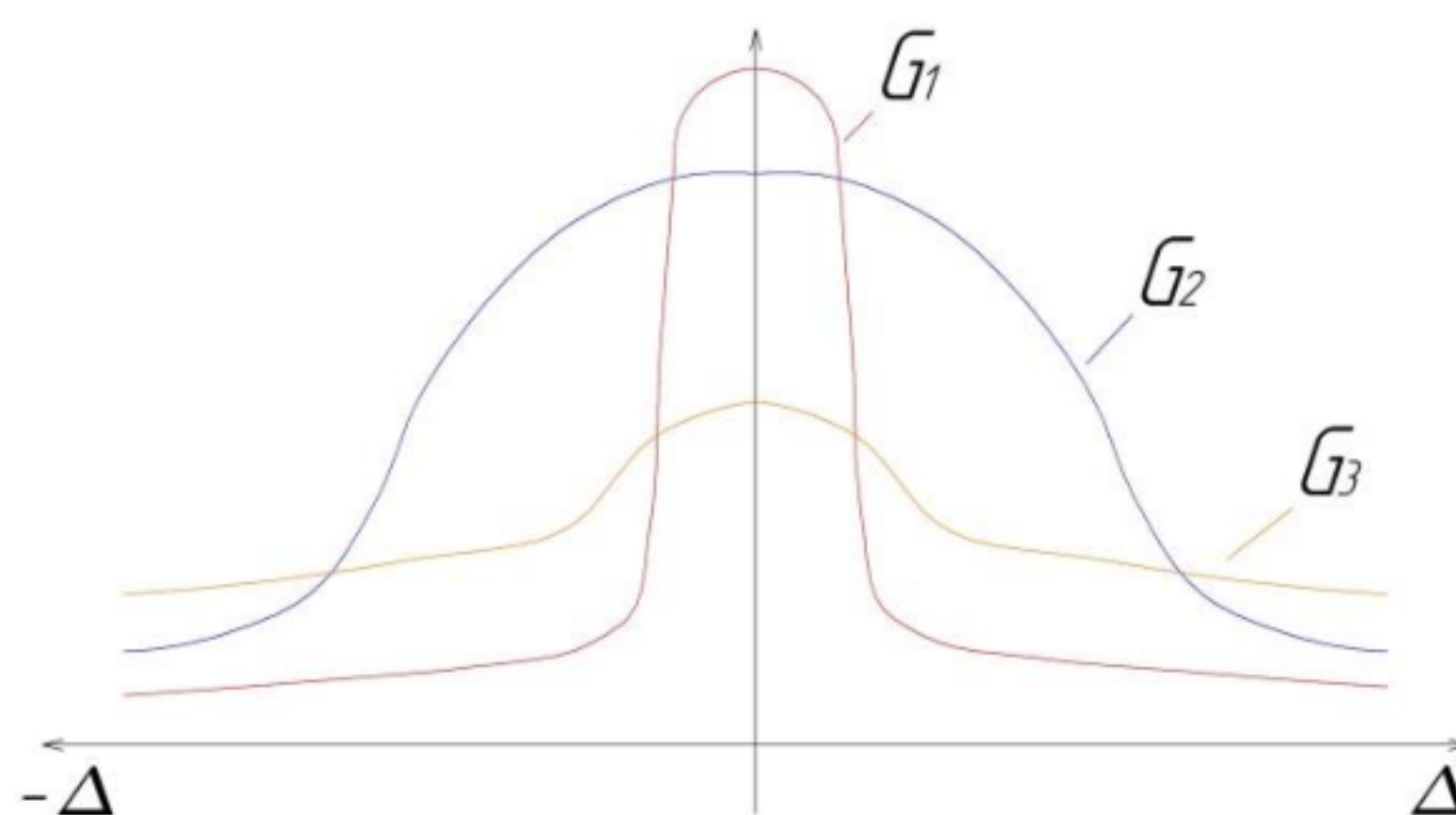
то получим т.н. **нормальный закон (закон Гаусса)** распределения погрешностей, кот. выражается **формулой Гаусса**:

$$\varphi(\Delta) = \frac{1}{\sigma \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(a_i - A)^2}{2\sigma^2}} = \frac{1}{\sigma \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{\Delta}{\sigma}\right)^2}$$

где σ - среднеквадратичная погрешность ряда измерений:

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \dots + \Delta_i^2 + \dots + \Delta_n^2}{n}} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (\Delta_i)^2}{n}}$$

а графически выглядит:



т.е. < значению σ соответствует преобладание < случайных погрешностей и, наоборот.

На практике для определения σ вместо A берётся **среднеарифметическое** значение результатов измеряемой величины $\bar{A}$:

$$\bar{A} = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_i + \dots + a_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} a_i}{n}$$

По аналогии с $\Delta_i = a_i - A$ можно определить отклонение результата измерения от среднеарифметического:

$$v_i = a_i - \bar{A}$$

v_i в метрологии называют остаточной погрешностью.

В теории ошибок доказывается:

- алгебраическая сумма отклонений отдельных измерений от среднеарифметиче-

ского при их доверительности, т.е. $v_i = a_i - \bar{A}$;

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН

ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

- сумма квадратов остаточных погрешностей минимальна, т.е. $\sum_{i=1}^n v_i^2 \rightarrow \min$ (сумма квадратов отклонений от среднеарифметического всегда меньше, чем сумма отклонений от любого другого числа).

Следует иметь в виду: т.к. $\bar{A} \neq A$, то и $v_i \neq \Delta_i$. $v_i \rightarrow \Delta_i$, как и $\bar{A} \rightarrow A$ при $n \rightarrow \infty$.

Однако все выводы, полученные для Δ_i справедливы и для v_i с некоторой корректировкой формул:

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta_i)^2}{n}} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n v_i^2}{n-1}}$$

Также следует иметь в виду, что при $n \rightarrow \infty$ $\bar{A} \rightarrow A$ лишь в том случае, когда все систематические погрешности исключены из результатов измерений и чувствительного метода достаточно высока. Так, например, если прибор не может давать Ех отсчета превышающую a_0 , то измерения будут проводиться с погрешностью a_0 , причём $\bar{A}$ будет также определено с погрешностью a_0 и, поэтому, бесполезно получить $\bar{A}$ со средней квадратичной погрешностью $< a_0$. Чтобы повысить Ех следует γ чувствительность измерительного прибора или применить γ совершенный метод измерения.

Для оценки погрешности отдельного измерения кроме среднеквадратичной погрешности пользуются **вероятной погрешностью отдельного измерения ρ** , под которой понимается погрешность, которая делит пополам все случайные погрешности на две равные части. В 1-й части находится $n/2$ случайных ошибок (погрешностей) $< \rho$, в другой - $n/2$ случайных ошибок (погрешностей) $> \rho$. В теории ошибок доказывается:

$$\rho = 0,6745\sigma \approx \frac{2}{3} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n v_i^2}{n-1}}$$

Кроме σ и ρ в некоторых случаях используется среднеарифметическая погрешность:

$$\Theta = \pm \frac{\sum_{i=1}^n |v_i|}{\sqrt{n \cdot (n-1)}}$$

В теории ошибок доказывается, что $\Theta = \pm 0,8\sigma$. γ значение имеет т.н. максимальная

погрешность измерения.
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
 Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
 Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
 Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

$$M = \pm 3\sigma$$

Измерения с погрешности $>3\sigma$ значительно искажают результат, называется **промахом** и должны быть исключены, так недостоверные.

Когда чувствительность прибора не позволяет отметить различие между результатами отдельных измерений, можно считать максимальную случайную погрешность отдельного измерения равной разрешающей способности прибора. Под разрешающей способностью понимается наименьшее значение разности измеряемых величин, которую прибор позволяет уверенно отсчитывать. Например, если разрешающая способность $=1 \mu A$ - это значит, что при изменении измеряемого тока на $1 \mu A$, это отчётливо отмечается прибором по величине и по знаку.

σ, Θ, ρ, M характеризуют абсолютные значения погрешностей отдельных измерений. Если эти значения отнести к $\bar{A}$ и умножить на 100%, то получим относительные погрешности.

Все оценки случайных погрешностей (абсолютных и относительных) имеют двойной знак. Это значит, что одинаково возможны как положительные, так и отрицательные случайные ошибки (погрешности).

Все вышеперечисленные соотношения предполагалось определять с помощью $>>$ числа измерений и при этом считалось, что A лежит в некотором интервале $\bar{A} \pm \lambda$. Однако при реальных технических измерениях неизвестная величина определяется при $<$ числе измерений. Поэтому следует ввести коэффициент t_a на количество измерений.

$$\bar{A} - A = \pm t_a \cdot \lambda \quad \text{или} \quad A = \bar{A} \pm t_a \cdot \lambda$$

Закон изменения коэффициента t_a определяется **распределением Стьюдента**. Распределением Стьюдента при любом $n \geq 2$ называется распределение с плотностью $W!$ -ти $S(t,n)$:

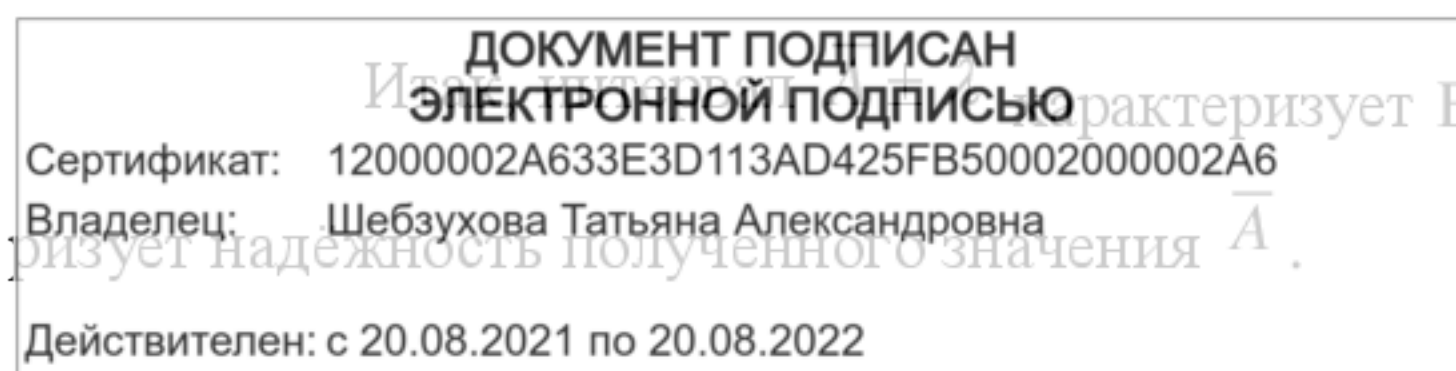
$$S(t,n) = \frac{1}{\sqrt{\pi \cdot (n-1)}} \cdot \frac{\Gamma \cdot \left(\frac{n}{2}\right)}{\Gamma \cdot \left(\frac{n-1}{2}\right)} \cdot \left(1 + \frac{t^2}{n-1}\right)^{-\frac{n}{2}}$$

Где: n – число измерений;

Γ – гамма функция;

$$t = \frac{A - \bar{A}}{\sigma} \cdot \sqrt{n} \quad - \text{нормированное значение случайной величины.}$$

$W!$, с которой мы подразумеваем интервал $\bar{A} \pm \lambda$ называется **доверительной $W!$ -ю**, а сам интервал $\bar{A} \pm \lambda$ **доверительным интервалом**.



При заданном числе измерений надёжность будет тем выше, чем шире доверительный интервал, т.е. чем > допускаемая погрешность. Нельзя повышать надёжность не уменьшая E_x и, наоборот, нельзя повышать E_x не уменьшая надёжности.

λ определяется из выражения:

$$\lambda = \frac{t_a \cdot \sigma}{\sqrt{n}}$$

Ну а поправочный коэффициент t_a – есть функция надёжности полученного значения $\bar{A}$:

$$P = f(t_a) = \frac{1}{2\pi} \cdot \int_{-t_a}^{+t_a} e^{-\frac{t_a^2}{2}} \cdot dt_a \quad \text{или по таблице}$$

$P = f(t_a)$	t_a	$P = f(t_a)$	t_a	$P = f(t_a)$	t_a	$P = f(t_a)$	t_a
0,68	1	0,78	1,23	0,88	1,56	0,96	2,05
0,70	1,04	0,80	1,28	0,90	1,65	0,97	2,17
0,72	1,08	0,82	1,34	0,92	1,75	0,98	2,39
0,74	1,13	0,84	1,41	0,94	1,88	0,99	2,58
0,76	1,18	0,86	1,48	0,95	1,96		

Итак, при конечном числе измерений с надёжностью (доверительной W!-ю) 0,97 доверительный интервал λ необходимо > в 2,17 раза.

Рассмотренные соотношения характеризовали погрешность отдельного измерения. На практике необходимо определить наиболее W!-ое значение измеряемой величины и оценить погрешность, с которой определено это (среднеарифметическое) значение.

Если выполнить K-серий измерений и в каждой серии произвести n измерений с одинаковой E_x -ю, а затем для каждой серии вычислить $\bar{A}$, то окажется, что эти $\bar{A}$ -кие отличаются друг от друга и, кроме того, они будут отличаться от истинного значения измеряемой величины на случайную ошибку.

Чтобы судить о случайном разбросе среднеарифметического, необходимо вычислить среднеквадратичную погрешность определения среднеарифметического.

В теории ошибок доказывается, что эта погрешность будет в $\sqrt{n}$ раз < среднеквадратичной погрешности отдельного измерения

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

$$\rho_{\bar{A}} = \frac{\rho}{\sqrt{n}} = \pm \frac{2}{3} \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n v_i^2}{n \cdot (n-1)}}$$

$$\Theta_{\bar{A}} = \frac{\Theta}{\sqrt{n}} = \pm 0,8 \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n v_i^2}{n \cdot (n-1)}} \quad M_{\bar{A}} = \pm 3\sigma_{\bar{A}} = \pm 3 \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n v_i^2}{n \cdot (n-1)}}$$

Оценку погрешности отдельного измерения обычно производят с помощью средне-квадратичной погрешности σ , а также максимальной погрешности M .

W!-я погрешность ρ для оценки E_x -ти отдельного измерения почти не применяется.

Среднеарифметическая погрешность отдельного измерения используется в том случае, если подозревается наличие систематической погрешности. В этом случае среднеарифметическая погрешность отдельного измерения определяется по 2-м формулам:

$$\Theta_1 = \pm \frac{\sum_{i=1}^n |v_i|}{\sqrt{n \cdot (n-1)}} \quad \Theta_2 = \pm 0,8 \cdot \sigma$$

Если вычисленные значения Θ_1 и Θ_2 значительно отличаются друг от друга, то в данном ряду измерений предполагается наличие систематической погрешности.

Следует иметь в виду, что рассматриваемые погрешности измерений определяют не точностные, а лишь W!-е значения. Поэтому нет смысла вычислять погрешность с $>$ числом значащих цифр. Достаточно ограничиться 1-й или 2-мя значащими цифрами

Далее. Среднеарифметическую ряда измерений нет смысла записывать с числом знаков дающим $>$ высокую E_x чем E_x вычисленной погрешности

$$\bar{A} = 185,59 \pm 0,4 \quad - \text{неправильно,}$$

$$\bar{A} = 185,5 \pm 0,4 \quad - \text{правильно.}$$

Указание по технике безопасности:

Указания по технике безопасности при выполнении лабораторных работ приведены в приложение А.

Указания по выполнению лабораторной работы:

Произвести измерение сопротивления резистора номиналом 2,2 кОм неравноточными измерительными средствами, указанными в разделе «Приборы и оборудование».

2. Произвести статистическую обработку полученного ряда прямых многократных разноточных измерений, определив при этом:

- среднеарифметическое значение полученных результатов;

- **ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ** каждого измерения;

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022 в данном ряду измерений;

- вероятную погрешность отдельного измерения;
- среднеарифметическую погрешность отдельного измерения;
- наличие и допустимость величины систематической погрешности;
- суммарную возможную ошибку среднеарифметического;
- вероятную погрешность среднеарифметического;
- измеряемое сопротивление;
- вероятное значение, которое оно не может превысить.

3. Составить отчёт по лабораторной работе.

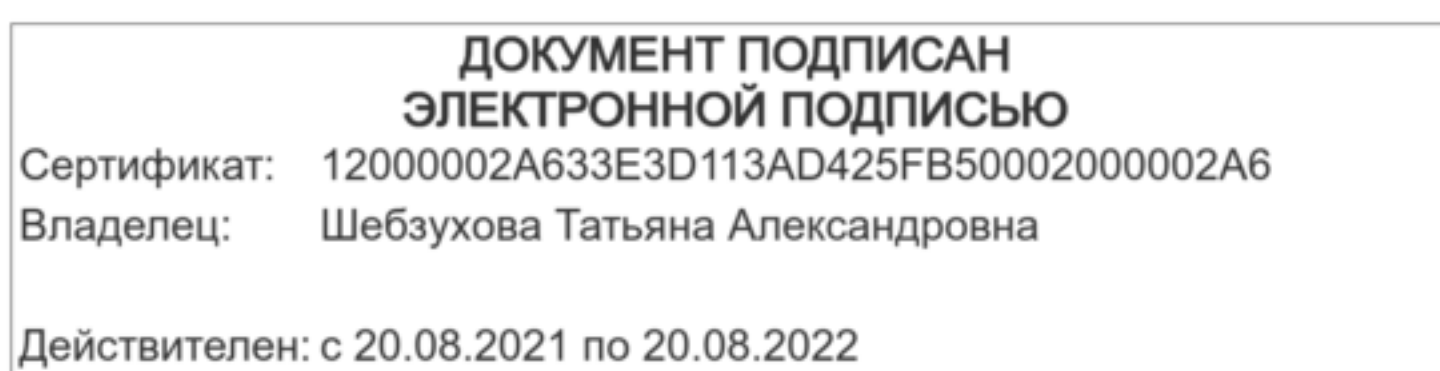
Содержание отчета:

Отчет должен содержать:

1. Название работы;
2. Цель работы;
3. Краткие теоретические сведения;
4. Описание используемого оборудования и материалов;
5. Порядок выполнения работы;
6. Вычисления и обработка результатов;
7. Выводы.

Контрольные вопросы:

1. Какие виды измерений вы знаете.
2. Перечислите основные виды измерений.
3. Какие измерения называются прямыми.
4. Какие измерения называются косвенными.
5. Укажите недостатки и преимущества косвенных измерений.
6. Что представляет собой закон распределения погрешностей.
7. Какие условия следует принять для получения нормального закона распределения погрешностей.
8. Что представляет собой закон распределения Стьюдента и в каких случаях он применяется.
9. Что называется доверительной вероятностью.
10. Что называется доверительным интервалом.



Лабораторная работа №4. Прямые многократные равноточные измерения

Цель работы: Определение среднеарифметического значения результатов измеряемой величины, остаточной погрешности (отклонение результата измерения от среднеарифметического), среднеквадратичной погрешности и наличие промаха при проведении ряда прямых многократных равноточных измерений.

Основы теории:

а) Погрешности измерения

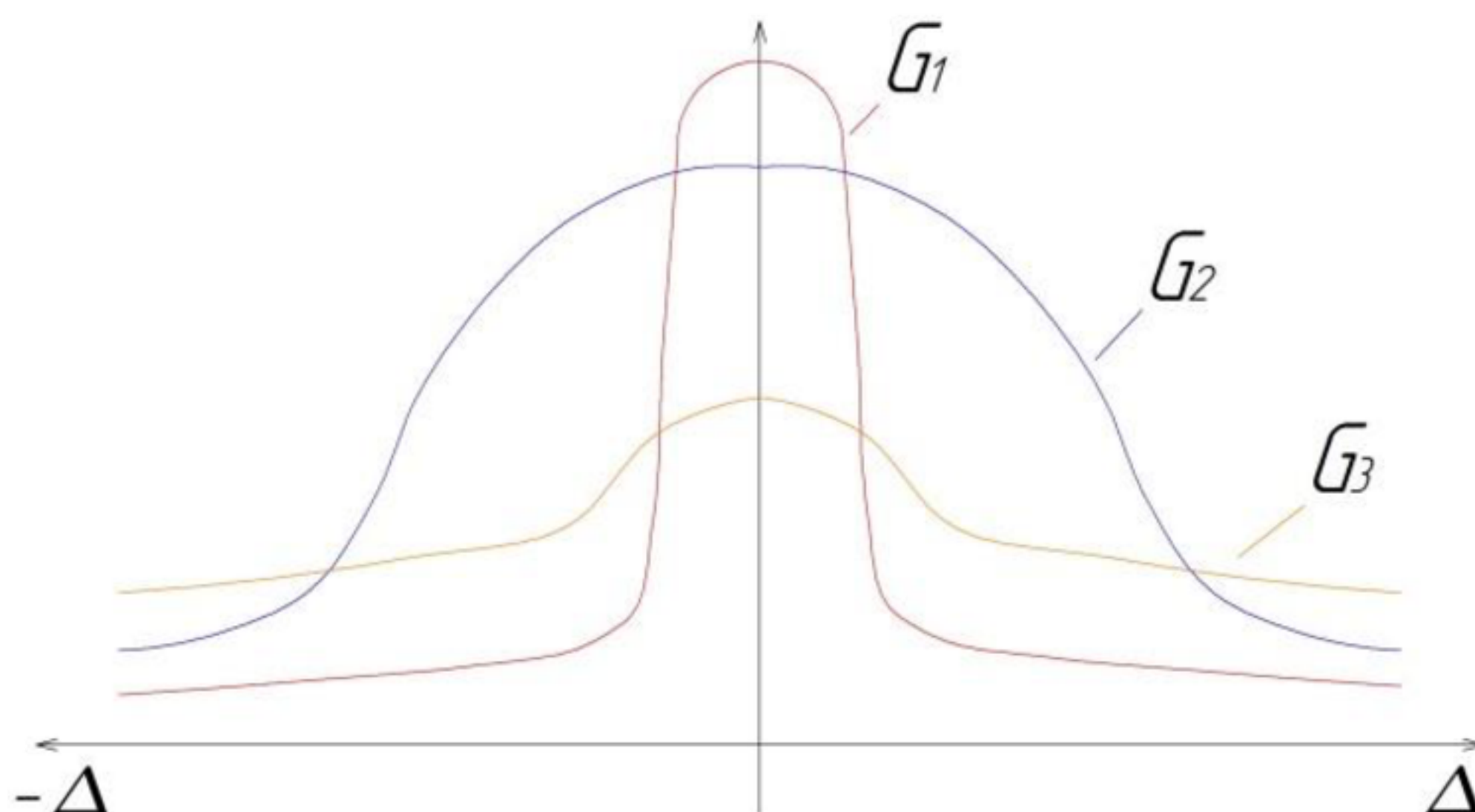
Пусть величину A измерили n раз и наблюдали при этом значения $a_1, a_2, a_3 \dots a_i \dots a_n$. Случайная абсолютная погрешность отдельного измерения определяется:

$$\Delta_i = a_i - A$$

Для оценки результата измерения очень важное значение имеет т.н. среднеквадратичная погрешность ряда измерений:

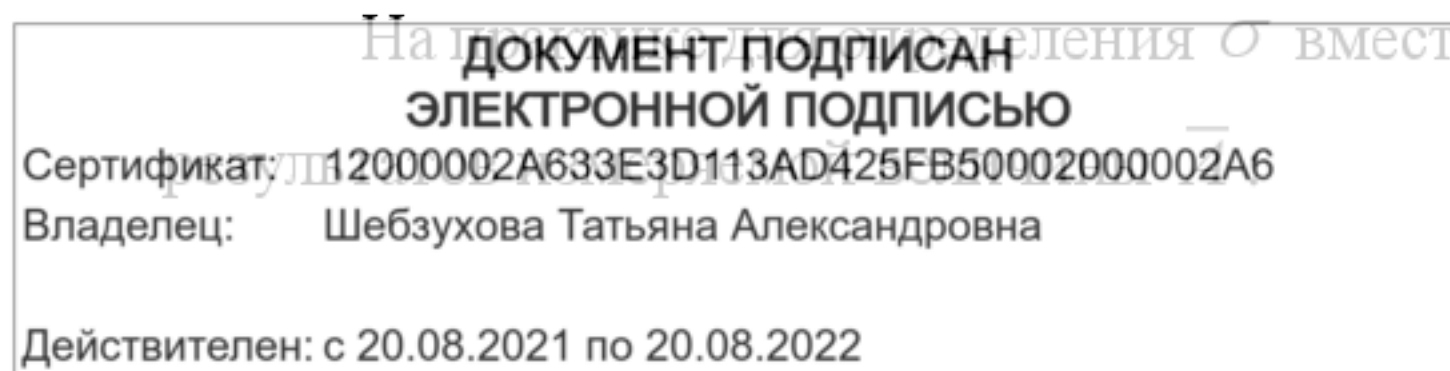
$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \dots + \Delta_i^2 + \dots + \Delta_n^2}{n}} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta_i)^2}{n}}$$

а графически выглядит:



т.е. меньшему значению σ соответствует преобладание малых случайных погрешностей и, наоборот.

На практике для определения σ вместе с A берётся **среднеарифметическое** значение



$$\bar{A} = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_i + \dots + a_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} a_i}{n}$$

По аналогии с $\Delta_i = a_i - A$ можно определить отклонение результата измерения от среднеарифметического:

$$v_i = a_i - \bar{A}$$

v_i в метрологии называют остаточной погрешностью.

В теории ошибок доказывается:

- алгебраическая сумма отклонений отдельных измерений от среднеарифметического при их достаточно большом числе $= 0$, т.е. $v_i = a_i - \bar{A}$;

- сумма квадратов остаточных погрешностей минимальна, т.е. $\sum_{i=1}^n v_i^2 \rightarrow \min$ (сумма квадратов отклонений от среднеарифметического всегда меньше, чем сумма отклонений от любого другого числа).

Следует иметь в виду: т.к. $\bar{A} \neq A$, то и $v_i \neq \Delta_i$. $v_i \rightarrow \Delta_i$, как и $\bar{A} \rightarrow A$ при $n \rightarrow \infty$.

Однако все выводы, полученные для Δ_i справедливы и для v_i с некоторой корректировкой формул:

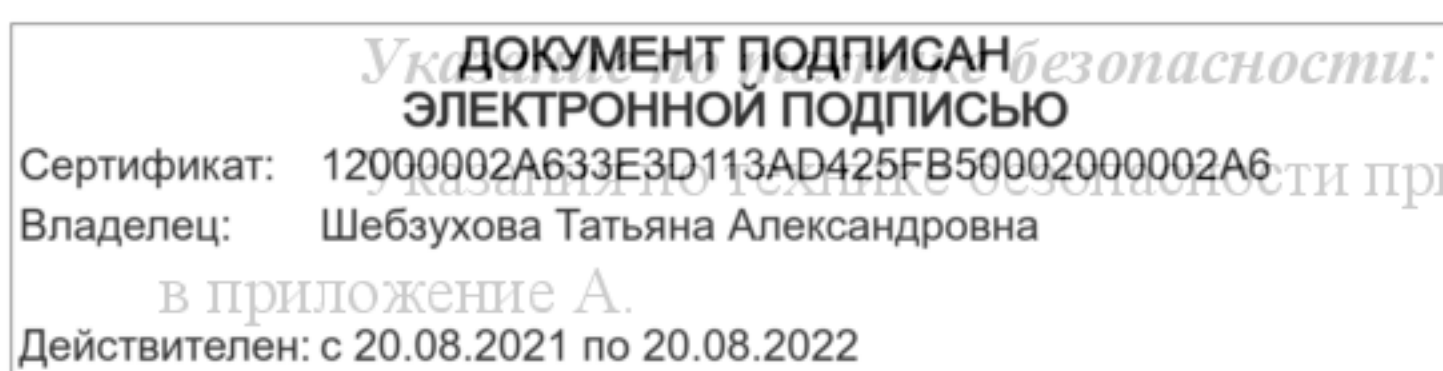
$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (\Delta_i)^2}{n}} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n v_i^2}{n-1}}$$

Также следует иметь в виду, что при $n \rightarrow \infty$ $\bar{A} \rightarrow A$ лишь в том случае, когда все систематические погрешности исключены из результатов измерений и чувствительного метода достаточно высока.

Большое значение имеет и т.н. максимальная погрешность изменения:

Измерения с погрешности $> 3\sigma$ значительно искажают результат, называется **промахом** и должны быть исключены, так недостоверные.

Результаты измерений являются продуктами нашего познания и представляют собой приближенные оценки значений величин, найденные путем измерения.



выполнении лабораторных работ приведены

Указания по выполнению лабораторной работы:

1. На стенде «Теоретические основы электротехники» ТООЭ1 - Н – Р собрать электрическую схему, представленную на Рис. 1. Напряжение источника питания 7,3 В, 50 Гц; номинал резистора $R = 100 \text{ Ом}$.
2. Включить тумблер «Сеть» Блока генераторов напряжений и произвести измерения силы тока в электрической цепи. После проведения измерения Блок генераторов напряжений отключить.
3. Далее с интервалом в 1 минуту после отключения Блоков генераторов напряжений произвести не менее 15 – ти замеров согласно п.2.
4. Отключить стенд, выключить прибор АРРА – 505.
5. Выполнить необходимые расчёты.
6. Составить отчёт по лабораторной работе.

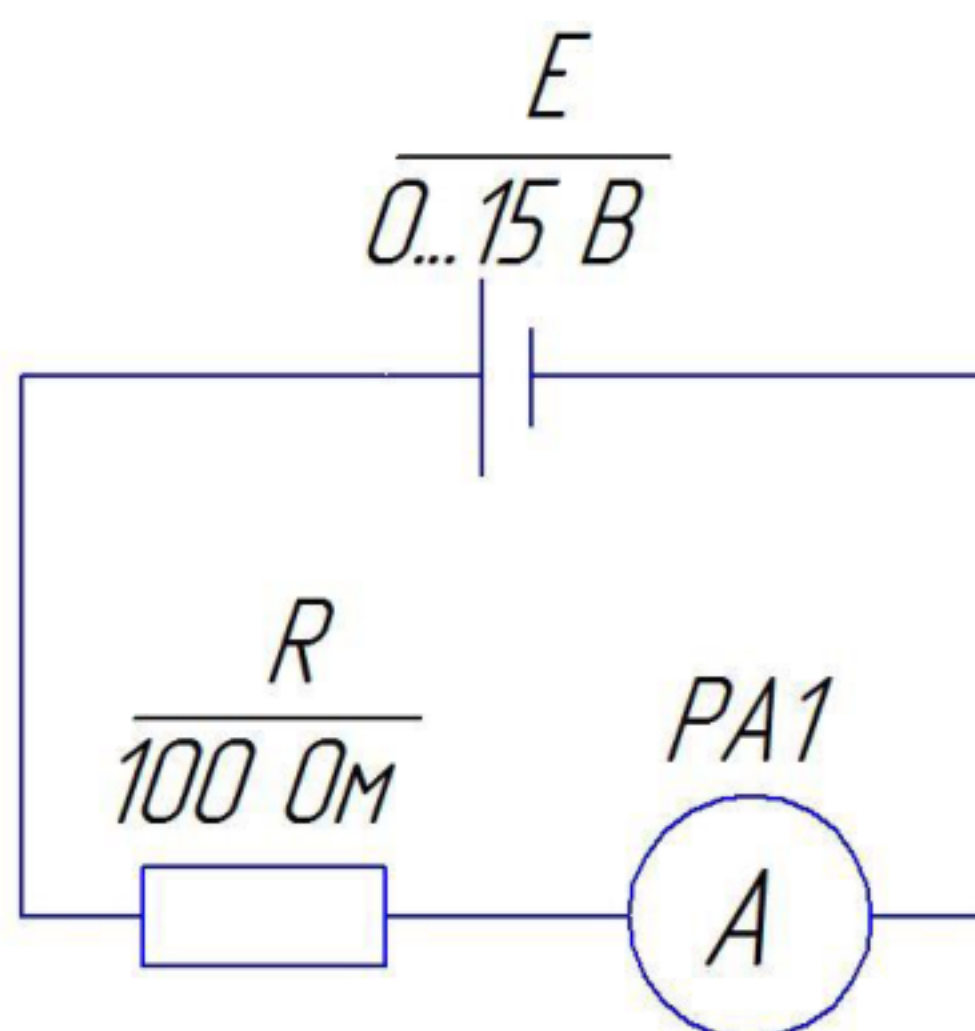


Схема электрическая принципиальная

Содержание отчета:

Отчет должен содержать:

1. Название работы;
2. Цель работы;
3. Краткие теоретические сведения;
4. Описание используемого оборудования и материалов;
5. Порядок выполнения работы;
6. Вычисления и обработка результатов;
7. Выводы.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат:	12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец:	Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022	

Контрольные вопросы:

1. Что такое истинное, действительное и измеренное значения измеряемой величины.
2. Что представляет собой погрешность измерения.
3. В чем заключается сущность основного постулата метрологии.
4. Можно ли получить результат измерений без погрешности.
5. Перечислите основные точечные оценки результата измерения. Что характеризует каждая из оценок.
6. Что показывают доверительный интервал и доверительная вероятность при оценке истинного значения величины.
7. Что необходимо знать для определения доверительного интервала.
8. Изложите кратко метод обнаружения промахов (грубых погрешностей измерений или ошибок измерений).

Лабораторная работа №5. Динамические характеристики средств измерений.

Цель работы: Изучение динамических характеристик средств измерений.

Основы теории:

По характеру изменения измеряемой величины во времени различают статические и динамические измерения.

Статическое измерение – измерение физической величины, принимаемой в соответствии с конкретной измерительной задачей за неизменную на протяжении времени измерения.

Например, статическими считаются измерения длины неподвижной детали при нормальной температуре, измерения размеров земельного участка.

Динамическое измерение – измерение физической величины, размер которой изменяется во времени.

При проведении динамических измерений могут изменяться: сам размер величины, скорость или ускорение его изменения во времени. К числу динамических измерений относятся измерения параметров вибрации (виброперемещение, виброскорость, виброускорение).

Динамические характеристики средства измерений (СИ) – это одна из групп метрологических характеристик.

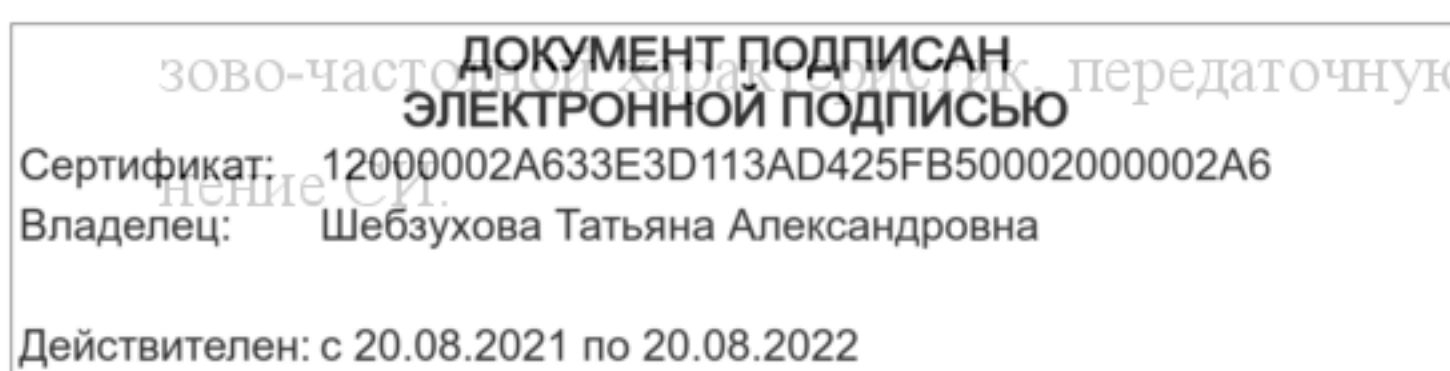
Динамические характеристики СИ – это характеристики инерционных свойств СИ, определяющие зависимость выходного сигнала средства измерений от меняющихся во времени величин: параметров входного сигнала, внешних влияющих величин, нагрузки.

Динамические свойства средства измерений определяют динамическую погрешность. В зависимости от полноты описания динамических свойств средств измерений различают полные и частные динамические характеристики (см. ГОСТ 8.256).

Полная динамическая характеристика – характеристика, однозначно определяющая изменения выходного сигнала средства измерений при любом изменении во времени информативного или неинформативного параметра входного сигнала, влияющей величины или нагрузки.

К полным динамическим характеристикам относят переходную, импульсную переходную, амплитудно-фазовую характеристики, совокупность амплитудно-частотной и фа-

зово-частотной характеристик, передаточную функцию, а также дифференциальное урав-



Частная динамическая характеристика не отражает полностью динамических свойств средства измерений. К частным динамическим характеристикам аналоговых средств измерений, которые можно рассматривать как линейные, относят любые функционалы или параметры полных динамических характеристик. Примерами таких характеристик являются время реакции средства измерений, коэффициент демпфирования, значение резонансной собственной угловой частоты, значение амплитудно-частотной характеристики на резонансной частоте.

Для измерительных приборов время реакции время установления показаний прибора, т.е. время от момента скачкообразного изменения измеряемой величины до момента установления с определённой погрешностью показания, соответствующего установившемуся значению измеряемой величины.

Для экспериментального определения динамических характеристик на вход СИ подают испытательные (тестовые) сигналы (единичный скачок, единичные импульс и гармонический сигнал).

Единичный скачок представляет собой ступенчатое входное воздействие, амплитуда которого в начальный момент времени увеличивается (теоретически мгновенно) от нуля до единицы (например, до $U_m = 1$ В). Единичный скачок служит для моделирования условий включения или выключения СИ и используется для экспериментального получения его переходной характеристики.

Единичный импульс — это тестовый сигнал, который представляет собой короткий импульс. Теоретически длительность единичного импульса равна нулю, амплитуда бесконечности, а площадь, занимаемая импульсом, единице. Для математического моделирования единичного импульса используют дельта-функцию. Единичный импульс служит для моделирования случайной помехи, поступившей на вход СИ, и используется для экспериментального получения его переходной импульсной характеристики.

Гармонический сигнал представляет собой синусоидальный сигнал заданной амплитуды и частоты. Гармонический сигнал служит для моделирования работы СИ в нормальных условиях и используется для экспериментального получения его частотных характеристик.

Указание по технике безопасности:

Указания по технике безопасности при выполнении лабораторных работ приведены

в приложении	ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат:	12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец:	Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022	

Указания по выполнению лабораторной работы:

1. Включить осциллограф – мультиметр АКИП – 4125/4, включить генератор сигналов специальной формы АКИП 3402;
2. С помощью стандартного кабеля подключить выход генератора к входу осциллографа.
3. С помощью генератора задать синусоидальный сигнал амплитудой 1 В, частотой 1 кГц.
4. Манипулируя клавишами на передней панели АКИП – 4125/4 получить удобные для наблюдения и измерения амплитуду и частоту развёртки исследуемого сигнала.
5. Измерить амплитуду сигнала осциллографом.
6. Измерить частоту сигнала осциллографом.

Исследование АЧХ осциллографа

Таблица 5.1. Динамические характеристики осциллографа

№ п/п	Наименование характеристики	Единица измерения	Условия испытаний	Факт. значение
1	Неравномерность АЧХ	%	0...200 МГц	
		дБ	0...1 МГц	
2	Время нарастания переходной характеристики	мкс		
3	Время установления переходной характеристики	мкс		
4	Выброс переходной характеристики	%		

1. Устанавливая значения частоты выходного сигнала генератора согласно таблице 5.2., при неизменной амплитуде измерить эту амплитуду сигнала на экране осциллографа H_i .

2. Результаты измерений занести в таблицу 5.2. и построить амплитудно-частотную характеристику (АЧХ) осциллографа в координатах $\delta_U(f)$, где δ_U – отношение, определяемое по формуле

$$\delta_U = U_{m_i} / U_{m_0},$$

где U_{m_i} – амплитудное значение напряжения сигнала на i -й частоте;

U_{m_0} – амплитудное значение напряжения сигнала на частоте

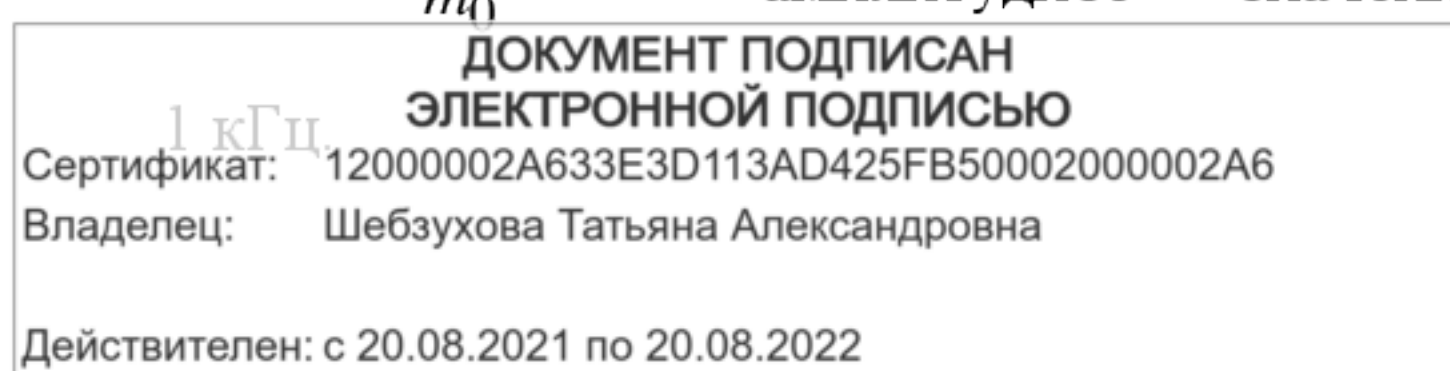


Таблица 5.2. Результаты исследования АЧХ осциллографа

Номер, i	Частота сигнала f , Гц	Амплитуда сигнала H_i , В.	Измеренное значение амплитуды напряжения U_{m_i} , В	Отношение U_{m_i}/U_{m0}
1	20			
2	50			
3	100			
4	500			
5	1000			
6	10000			
7	100000			
8	500000			
9	1000000			
10	10000000			
11	100000000			
12	150000000			
13	175000000			
14	200000000			

3. Рассчитать неравномерность АЧХ N в полосе частот от 0 до 200 МГц относительно частоты 1 кГц:

$$N = \frac{|U_m(f_x) - U_{m_0}|}{U_{m_0}} \cdot 100 \%,$$

где U_{m_0} – амплитудное значение напряжения входного сигнала осциллографа на начальной частоте ($f_0 = 1$ кГц);

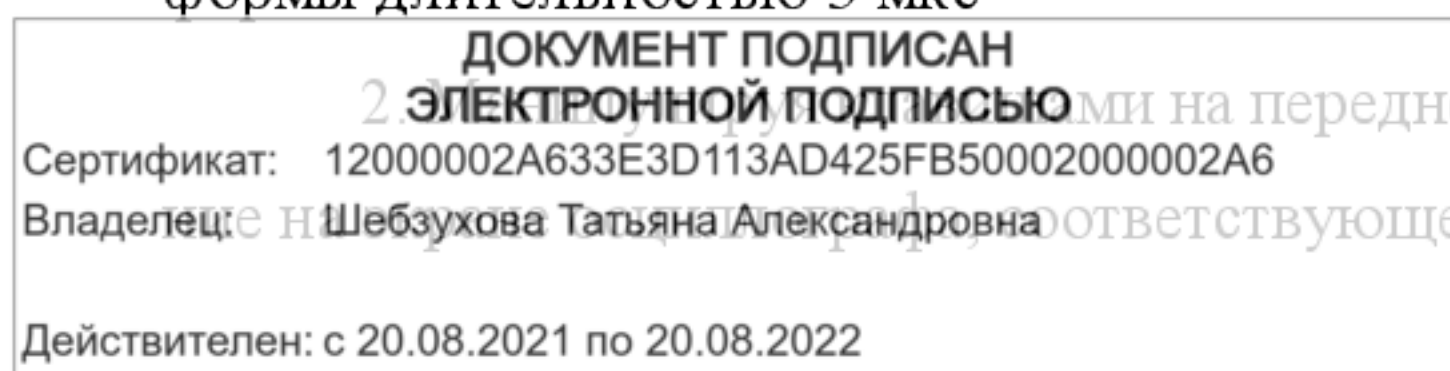
$U_m(f_x)$ – амплитудное значение напряжения входного сигнала осциллографа на частоте f_x , при которой наблюдается наибольшее отклонение величины изображения от величины изображения на частоте 1 кГц.

4. Рассчитать неравномерности АЧХ в полосе пропускания от 0 до 1 МГц. Результаты расчётов занести в таблицу 5.1., самостоятельно выразив неравномерность АЧХ в децибелах. Сравнить полученные значения нормируемых динамических характеристик с допускаемыми значениями.

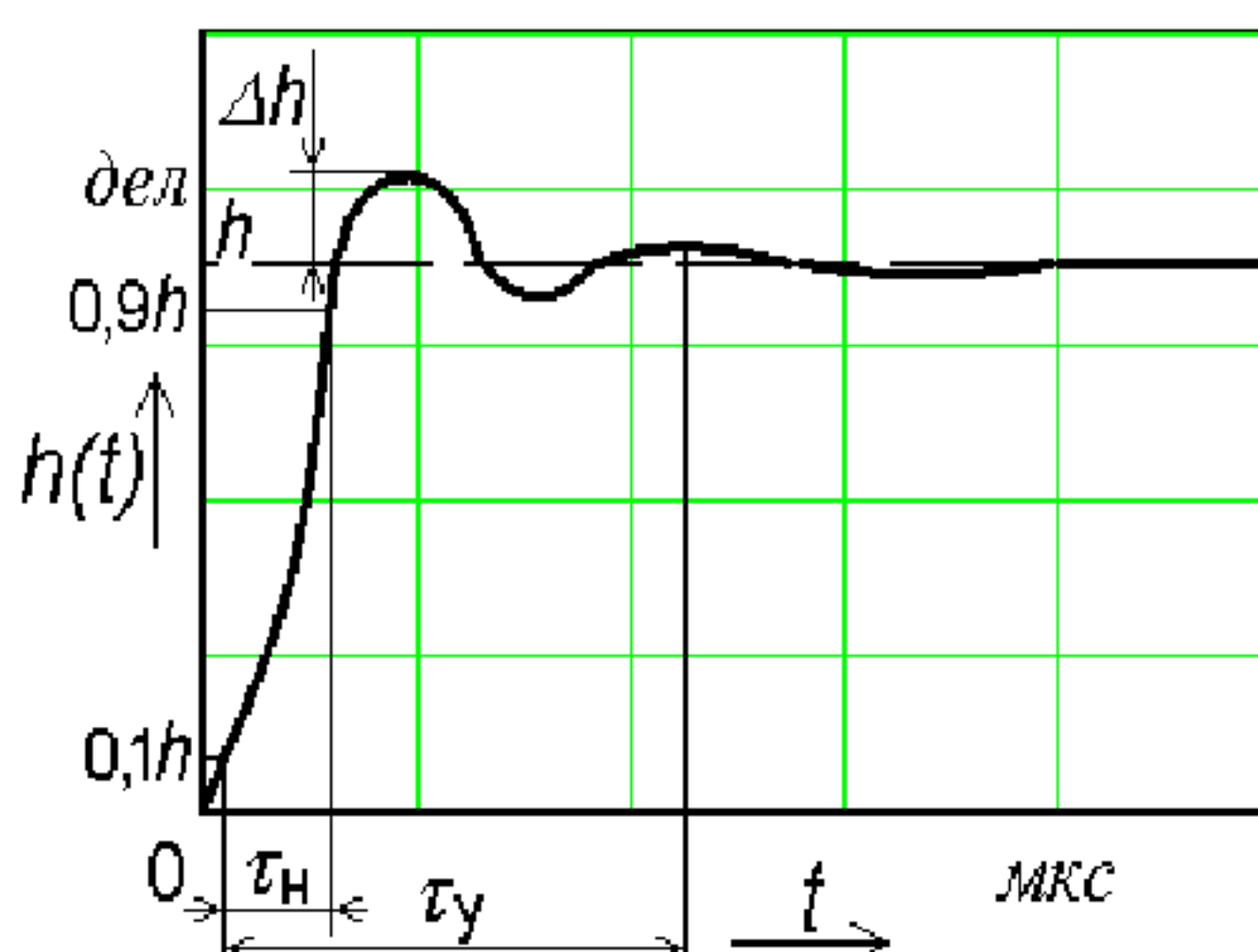
5. Построить графики АЧХ в логарифмическом масштабе.

Исследование переходной характеристики осциллографа

1. С помощью генератора сигналов задать электрический сигнал прямоугольной формы длительностью 5 мкс



2. С помощью осциллографа на передней панели АКИП – 4125/4 получить изображение сигнала, соответствующее Рис. 5.1.



a

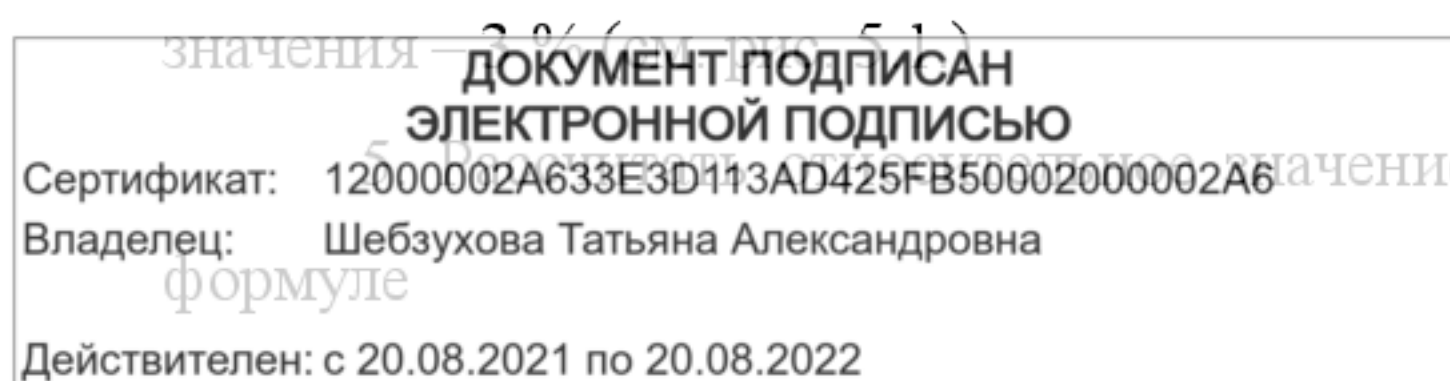
б

a – график $h(t)$; *б* – внешний вид.

Рис. 5.1. Переходная характеристика

3. Определить время нарастания переходной характеристики τ_n как временной интервал, в течение которого происходит отклонение луча осциллографа от уровня 0,1 до уровня 0,9 амплитуды испытательного импульса.

4. Определить время установления переходной характеристики τ_y как временной интервал от уровня 0,1 амплитуды импульса до момента, когда значение переходной характеристики после выброса достигает допустимой величины неравномерности установившегося



значения выброса на переходной характеристике по

$$\delta_h = \frac{\Delta h}{h} \cdot 100 \text{ \%}.$$

6. Результаты расчётов занести в таблицу 5.1., оценить полученные значения динамических характеристик. Построить график переходной характеристики осциллографа.

7. Изменяя фронт нарастания испытательного импульса в сторону увеличения или уменьшения, установить его максимально допустимое значение, при котором кривая на экране осциллографа практически не изменяется.

Содержание отчета:

Отчет должен содержать:

1. Название работы;
2. Цель работы;
3. Краткие теоретические сведения;
4. Описание используемого оборудования и материалов;
5. Порядок выполнения работы;
6. Вычисления и обработка результатов;
7. Выводы.

Контрольные вопросы:

1. Какие измерения считают динамическими?
2. На какие две группы подразделяются динамические характеристики средств измерений.
3. Перечислите полные динамические характеристики средств измерений.
4. Приведите примеры частных динамических характеристик.
5. Какие динамические характеристики нормируют для приборов, предназначенных для регистрации изменяющихся величин. Какое допущение имеет место для электронно-лучевых осциллографов.
6. В чём заключается сущность прямого метода определения динамических характеристик.
7. Какие наиболее распространённые испытательные сигналы вы знаете.
8. Как экспериментально определить переходную, импульсную и амплитудно-частотную характеристики средства измерений.

9. Составить отчет по лабораторной работе.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат:	12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец:	Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022	

Лабораторная работа №6. Поверка микрометра.

Цель работы: Ознакомление с государственной поверочной схемой средств измерений геометрических величин. Ознакомление с особенностями поверки микрометров типа МК (МИ 782 – ХХ). Подготовка микрометра к работе и проведение ряда измерений контрольных мер.

Основы теории:

Микрометр относится к классу микрометрических измерительных приборов, принцип действия которых основан на использовании винтовой пары (винт - гайка), позволяющей преобразовать вращательное движение микровинта в поступательное. Цена деления микрометра 0,01 мм. Приборостроительная промышленность выпускает микрометры согласно ГОСТ 6507-78 с пределами измерений от 0 до 300 мм и интервалом 25 мм. Устройство микрометра изображено на рис. 1.

Отсчетное устройство микрометра состоит из двух шкал: продольной и круговой. Продольной шкала имеет два ряда штрихов, расположенных по обе стороны горизонтальной линии и сдвинутых один относительно другого на 0,5 мм. Оба ряда штрихов образуют одну продольную шкалу с ценой деления 0,5 мм, равной шагу микровинта.

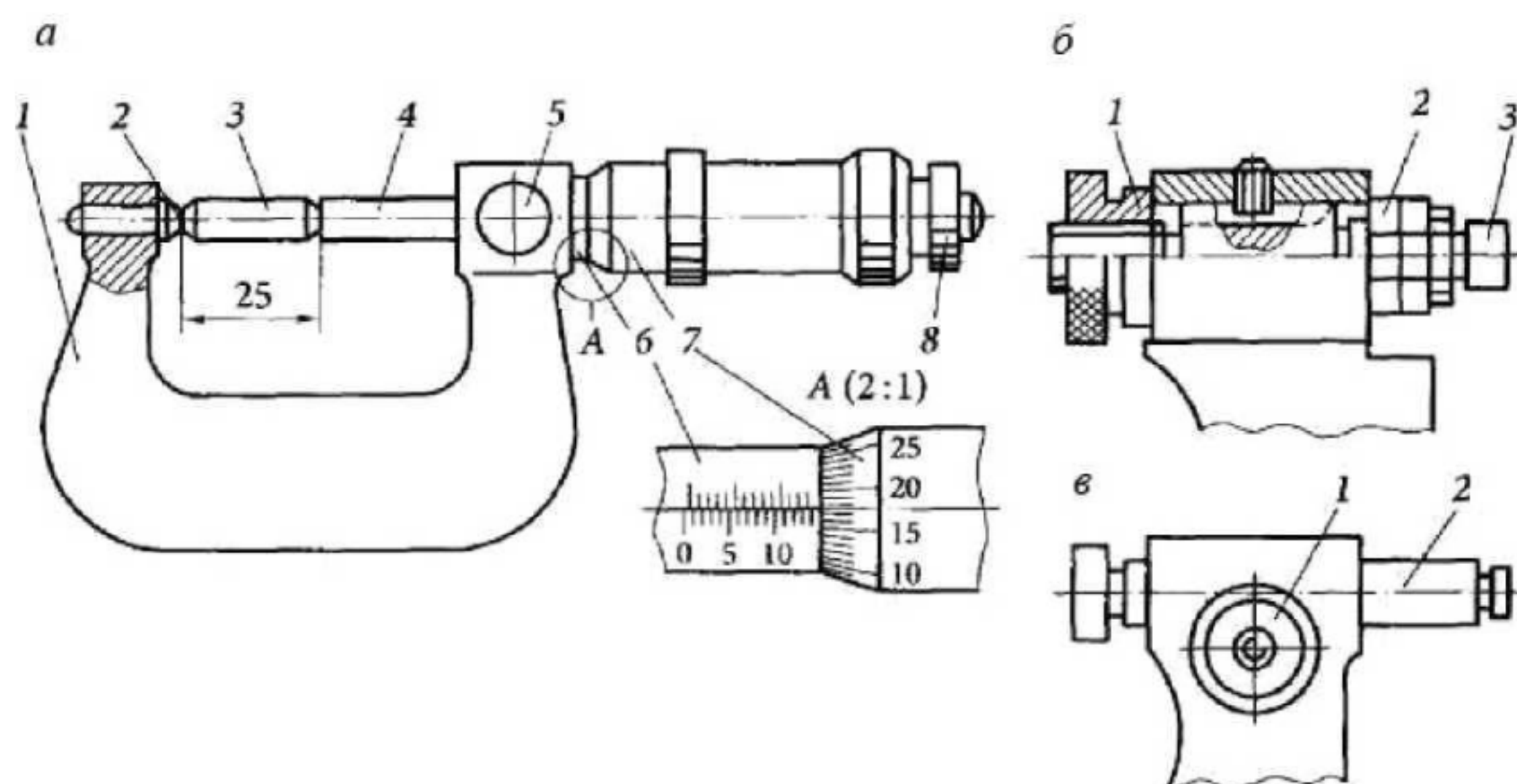


Рис. 1. Гладкий микрометр типа МК:

а - устройство: 1 - скоба; 2 - пятка; 3 - установочная мера; 4 - микрометрический винт; 5 - стопор; 6 - стебель; 7 - барабан; 8 - трещотка;

б - сменная пятка в сборе: 1, 2 - гайки; 3 - пятка;

в - регулируемая пятка в сборе: 1 - фиксатор; 2 - пятка

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Круговая шкала имеет 50 делений (при шаге винта равном 0,5 мм), нанесенных на шкалу барабана. По продольной шкале отсчитывают число целых миллиметров и долей в 0,5 мм, по круговой - десятые и сотые доли миллиметра. Цена деления шкалы барабана равна отношению шага к числу делений на торце барабана:

$$C = S/n = 0,5/50 = 0,01,$$

где C - чувствительность микрометра (цена деления);

S - шаг;

n - число делений на торце барабана.

Измеряемую деталь помещают между измерительными поверхностями микрометра и, вращая барабан, подводят к ней рабочие поверхности микрометра. Вращение барабана осуществляется трещоткой для создания постоянного калиброванного усилия (F), которое для микрометра равно 7 ± 2 Н.

Превышение измерительного усилия ограничивается трещоткой. Результат получают суммированием отчетов по шкале барабана (число десятых и сотых долей миллиметра). Третий десятичный знак отсчитывают приблизительно, интерполируя цену деления шкалы барабана.

Микрометр, как любое средство измерения, позволяет осуществлять измерения с определенной погрешностью, величина которой зависит:

- от погрешности шага и профиля микровинта;
- степени непараллельности и неплоскостности измерительных поверхностей;
- погрешности расположения штрихов измерительных шкал;
- от погрешности деформации скобы, возникающей под действием измерительного усилия.

Микрометры, находящиеся в эксплуатации, поверяются по погрешностям показаний и по отклонениям от параллельности измерительных поверхностей. На правильность поверки микрометров влияет температурный режим, при котором проводится поверка. Допускаемые, согласно ГОСТ 6507-90, отклонения температуры от 20 °С при поверке микрометров приведены в Табл. 1.

Таблица 1 – Допускаемые отклонения температуры при поверке микрометра, °С

Проверяемое средство измерения	Пределы измерения микрометра, мм		
	До 160	От 150 до 500	От 500 до 600
Микрометр	4°	3°	2°
Установочная мера	3°	2°	1°

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Поверка и поверочные схемы

Поверка - это установление органом государственной метрологической службы (или другим официально уполномоченным органом, организацией) пригодности средства измерений к применению на основании экспериментально определяемых метрологических характеристик и подтверждения их соответствия установленным обязательным требованиям.

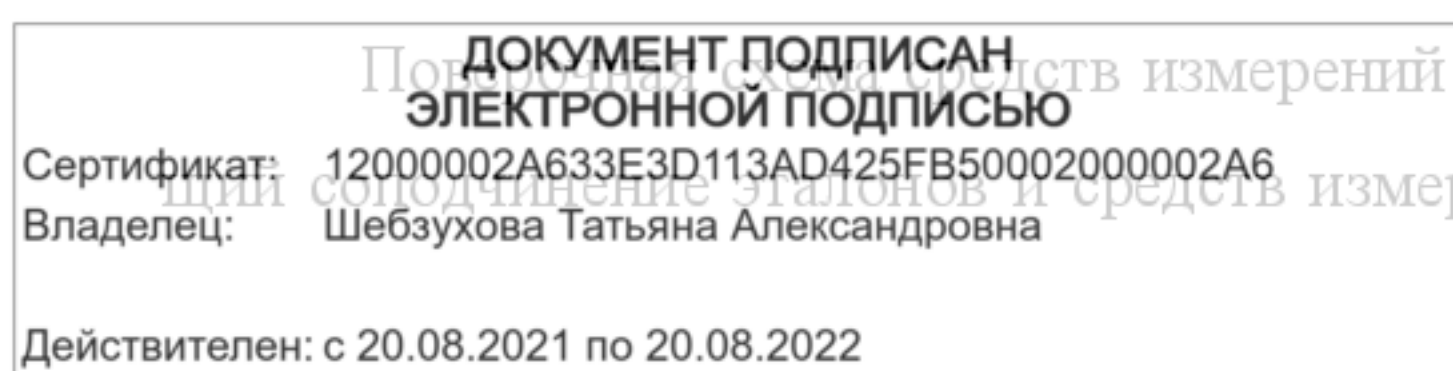
При проведении поверки должны быть выполнены операции и применены средства поверки, указанные в МИ 782 - XX. Допускается применение средств, не приведенных в перечне, но обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых средств измерения с требуемой точностью. Если при проведении любой из операций был получен отрицательный результат, поверку микрометра следует прекратить.

При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, предусмотренные ГОСТ 12.3.002-75 «Процессы производственные. Общие требования к безопасности»; оборудование, применяемое при поверке, должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.003-75 «Оборудование производственное. Общие требования к безопасности»; воздух рабочей зоны должен удовлетворять требованиям ГОСТ 12.1.005-88 «Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования» при температуре помещения, соответствующей условиям поверки для легких физических работ.

При проведении поверки также должны соблюдаться следующие условия:

- температура помещения, в котором проводят поверку, должна соответствовать ГОСТ 6507-90;
- микрометры, установочные меры и средства поверки должны быть подготовлены к работе в соответствии с технической документацией на них;
- микрометры и установочные меры должны быть выдержаны в помещении, где проводят поверку, на металлической плите в течение не менее 1 ч или в открытых футлярах не менее 3 ч;
- микрометр и установочные меры следует брать за теплоизоляционные накладки, а при их отсутствии - с помощью теплоизолирующей салфетки; ПКМД также следует брать с помощью теплоизолирующей салфетки.

Построение поверочной схемы имеет свои особенности. Для обеспечения правильной передачи размера единиц физических величин во всех звеньях метрологической цепи (от эталонов - к рабочим мерам и измерительным приборам) должен быть установлен определенный порядок. Этот порядок и приводится в поверочных схемах.



- это нормативный документ, устанавливающий, методы передачи размера единицы от

государственного эталона нижестоящим по поверочной схеме эталонам и рабочим средствам измерений с указанием погрешностей методов и средств измерений.

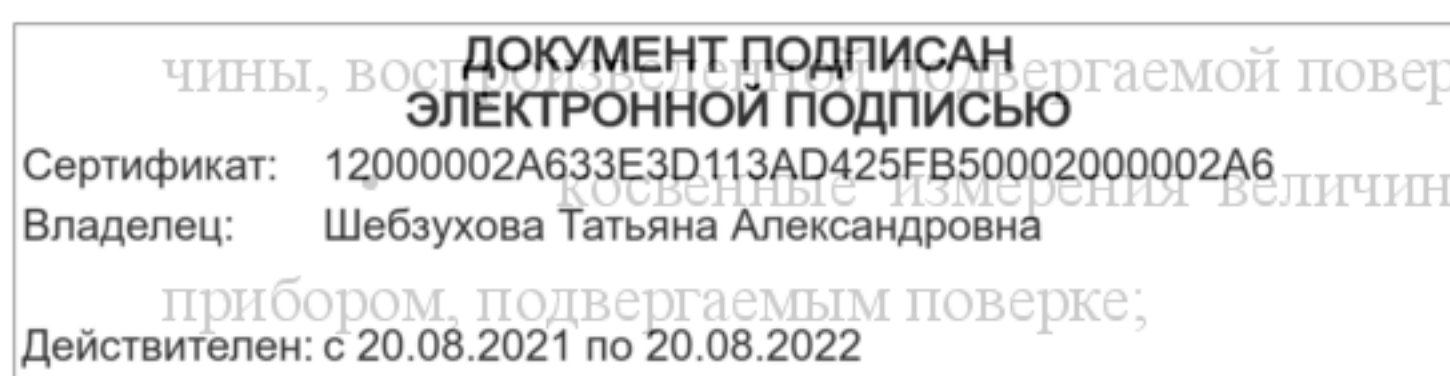
Оформляются поверочные схемы в виде чертежа или текстового документа. Поверочная схема состоит из нескольких полей, соответствующих ступеням передачи размеров единицы от первичного эталона к рабочим средствам измерений. Поля отделяют друг от друга горизонтальными пунктирными линиями. В левой части поверочной схемы по вертикали указывают наименования элементов поверочной схемы. В самих полях располагают структурные элементы поверочной схемы, которые заключают в прямоугольники и круги (или овалы). Причем для эталонов и рабочих средств измерений используют прямоугольники, для методов поверки - круги. Соподчиненность структурных элементов указывают соединительными линиями.

Различают государственные и локальные поверочные схемы. В государственной поверочной схеме в верхнем поле указывают наименования эталонов. Наименование первичного эталона заключают в прямоугольник, обведенный двойной линией. Ниже первичного эталона в том же поле помещают наименования вторичных эталонов и диапазон, в котором эти эталоны хранят единицу измерений. Наименования вторичных эталонов заключают в прямоугольники, обведенные одной линией.

Если для данного вида измерений отсутствуют эталоны и их единицы воспроизводят косвенным путем, в верхнем поле поверочной схемы помещают наименования образцовых средств измерений, применяемых для воспроизведения данной единицы, заимствованные из поверочных схем для соответствующих средств измерений; при этом на поверочной схеме должна быть сделана ссылка на другие поверочные схемы, из которых заимствованы наименования рабочих эталонов.

Методы поверки, указываемые на поверочной схеме, должны отражать специфику поверки данного вида средства измерений и соответствовать одному из следующих общих методов:

- непосредственное сличение поверяемого средства измерений с рабочим эталоном того же вида, т. е. меры с мерой или измерительного прибора с измерительным прибором;
- сличение поверяемого средства измерений с рабочим эталоном того же вида с помощью компаратора;
- прямое измерение эталонным (образцовым) измерительным прибором вели-



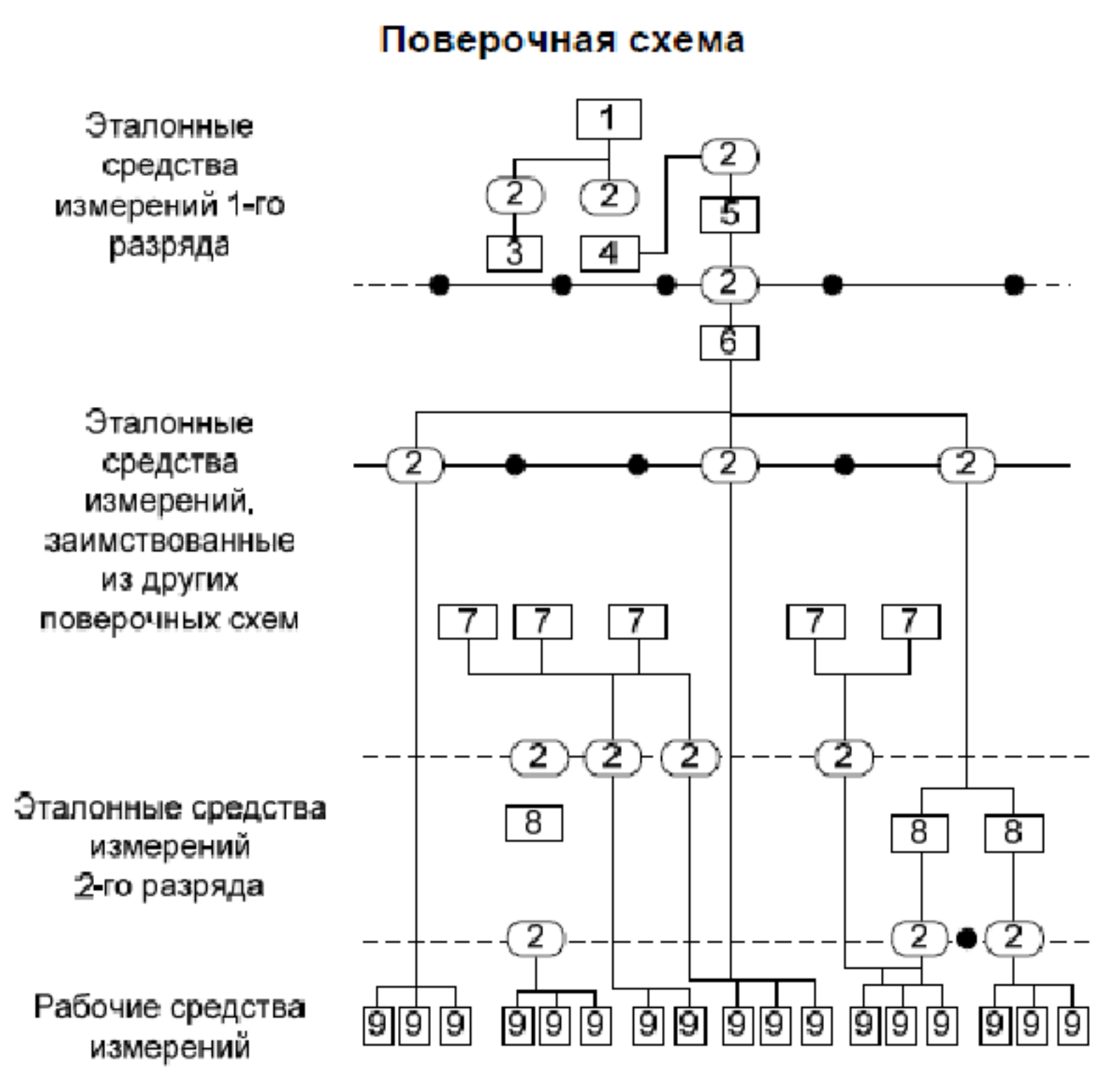
чины, воспроизводимой мерой или измеряемой

- независимая поверка, т. е. поверка средств измерений относительных (безразмерных) величин, не требующих передачи размеров единиц от эталонов, проградуированных в единицах размерных величин.

Локальные поверочные схемы составляют при наличии более чем двух ступеней передачи размера единицы физических величин. Они не должны противоречить государственным поверочным схемам для средств измерений данного вида. В верхней части локальной поверочной схемы указывают местонахождение и наименование эталона или рабочего эталона (в соответствии с общесоюзной поверочной схемой), по которому проводится поверка исходных рабочих эталонов данной схемы.

В локальную поверочную схему должны быть включены все находящиеся в эксплуатации или выпускаемые в обращение рабочие средства измерений данной физической величины.

Элементами локальной поверочной схемы являются наименования рабочих эталонов, рабочих средств измерений, а также методов поверки; допускается включение в поверочную схему наименований эталонов-копий.



Государственная поверочная схема:

1 – государственный эталон; 2 – метод передачи размера единицы; 3 – эталон сравнения (для международных сличений); 4 – эталон-копия; 5 – рабочий эталон; 6, 8 – образцовые средства измерений соответствующих разрядов; 7 – образцовые средства измерений, заимствованные из других поверочных схем; 9 – рабочие средства измерений

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат:	12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец:	Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022	

Пример поверочной схемы.

Указание по технике безопасности:

Указания по технике безопасности при выполнении лабораторных работ приведены в приложение А.

Указания по выполнению лабораторной работы:

1. Произвести внешний осмотр микрометра, учитывая соответствие микрометра требованиям ГОСТ 6507-XX в части формы измерительных поверхностей и установочных мер, качества поверхностей, оцифровки и штрихов шкал, комплектности и маркировки.

2. Перед началом проведения измерений тщательно протереть измерительные плоскости микрометра, проверить плавность хода микровинта.

3. Если нулевая установка сбита, привести в соприкосновение измерительные плоскости микрометра под усилием трещётки и закрепить микровинт стопором.

4. Далее. Отвернуть корпус трещётки на 3 – 4 оборота и, вращая или перемещая вдоль оси барабан, совместить нулевой штрих с продольным штрихом стебля. После этого закрепить барабан, завернув трещётку от руки и, отпустив стопор, убедиться в правильной установке нулевой отметки.

Важно:

не следует пользоваться микрометром с застопоренным винтом, как жёсткой скобой; всегда измерение микрометром следует производить пользуясь только трещёткой.

5. Произвести измерение набора плоских и цилиндрических мер.

6. После окончания работ микрометр протереть (а при последующем длительном хранении смазать техническим вазелином) и уложить в футляр, в котором всегда должен находиться аттестат и установочная мера.

7. Оформить отчёт по лабораторной работе.

Содержание отчета:

Отчет должен содержать:

1. Название работы;

2. Цель работы;

3. Краткие теоретические сведения;

4. Описание используемого оборудования и материалов;

5. Порядок выполнения работы;

6. Результаты выполнения работы и выводы;

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат:	12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец:	Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022	

Контрольные вопросы:

1. Назначение и область использования микрометра.
2. Устройство микрометра.
3. Что такое поверка?
4. Для чего производится поверка ИС?
5. На основании каких документов производится поверка ИС?
6. Что такое поверочная схема?
7. Какие бывают поверочные схемы?
8. Расскажите о порядке подготовки микрометра к работе.
9. Назовите важные особенности приёмов при работе с микрометром.
10. Приведите порядок мер при консервации микрометра.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Лабораторная работа №7. Поверка амперметра.

Цель работы: Ознакомление с методами поверки амперметров; определение отклонений показаний приборов путем сравнения их показаний с показаниями эталонных приборов; определение абсолютных погрешностей и поправок к показаниям поверяемого прибора.

Основы теории:

Амперметры классов 1,0; 1,5; 2,5; 4,0 подлежат периодической поверке, т.е. сравнению их показаний с показаниями более точных приборов, принимаемых за образцовые.

Поверка СИ — совокупность операций, выполняемых с целью подтверждения их соответствия установленным метрологическим требованиям.

Поверке подлежат все СИ предприятия, находящиеся в эксплуатации, на хранении, выпускаемые из производства и ремонта. Поскольку поверка производится с целью оценки погрешности, то эта операция, по существу, является одним из звеньев передачи размера единицы от эталона до рабочего СИ.

Поверка СИ предусматривает: соблюдение условий их эксплуатации; внешний осмотр; опробование работоспособности; подготовительные работы и определение метрологических характеристик поверяемого СИ.

Результат поверки — подтверждение пригодности средств измерений к применению или признание их непригодными к применению. В первом случае на средство измерения и (или) его техническую документацию наносится оттиск поверительного клейма и (или) выдается Свидетельство о поверке. Во втором случае оттиск поверительного клейма и (или) свидетельство о поверке аннулируется и выписывается Свидетельство о непригодности.

При поверке важен выбор оптимального соотношения между допускаемыми погрешностями эталонного и поверяемого СИ. Как правило, это соотношение принимается 1:3, тогда при поверке вводят поправки на показания рабочих СИ. Если поправку не вводят, то по погрешности эталонные СИ выбираются из соотношения 1:5.

Приборы и оборудование:

1. Амперметр Д553, ГОСТ 8711-60;
2. Амперметр Э59/104, ГОСТ 8711-60;
3. Амперметр М253, ГОСТ 5.258-74;

4. ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат:	12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец:	Шебзухова Татьяна Александровна
6. Реостаты типа РСР ТУ 16-527.197-79	
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022	

5. Блок питания БП 30В – Д – 12, ТУ 4345 – 005 – 465265563 – 2007;

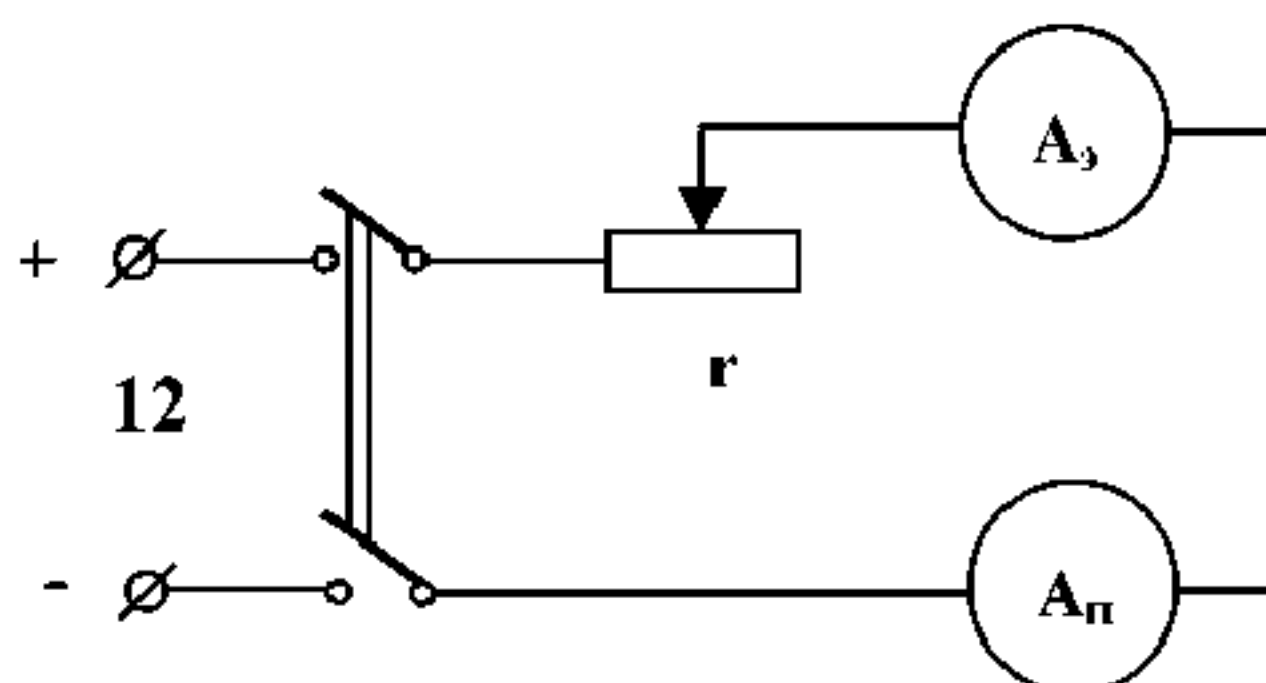
7. ЛАТР 220/0...240 В/2А.

Указание по технике безопасности:

Указания по технике безопасности при выполнении лабораторных работ приведены в приложение А.

Указания по выполнению лабораторной работы:

1. Произвести внешний осмотр приборов, необходимыми для выполнения работы, ознакомиться с приборами, записать систему приборов, номинальные значения величин, классы точности, заводские номера.
2. Проверить возможность применения средств измерения в схеме поверки.
3. Собрать схемы для поверки амперметра на постоянном токе (Рис. 7.1.) и на переменном токе (Рис. 7.2.).
4. Установить регулирующие приборы в положение, обеспечивающее минимальное значение силы тока в цепи.
5. Подать рабочее напряжение и убедиться в возможности получения всех необходимых режимов работы.
6. Произвести запись показаний эталонного и поверяемого приборов для основных (оцифрованных) делений поверяемого прибора при возрастании, а затем при уменьшении измеряемой величины.
7. Определить абсолютные и приведенные относительные отклонения, и абсолютные поправки для поверяемого прибора.
8. Определить вариации показаний приборов.
9. Результаты занести в таблицу.
10. Сделать заключение о поверяемом приборе.



а)

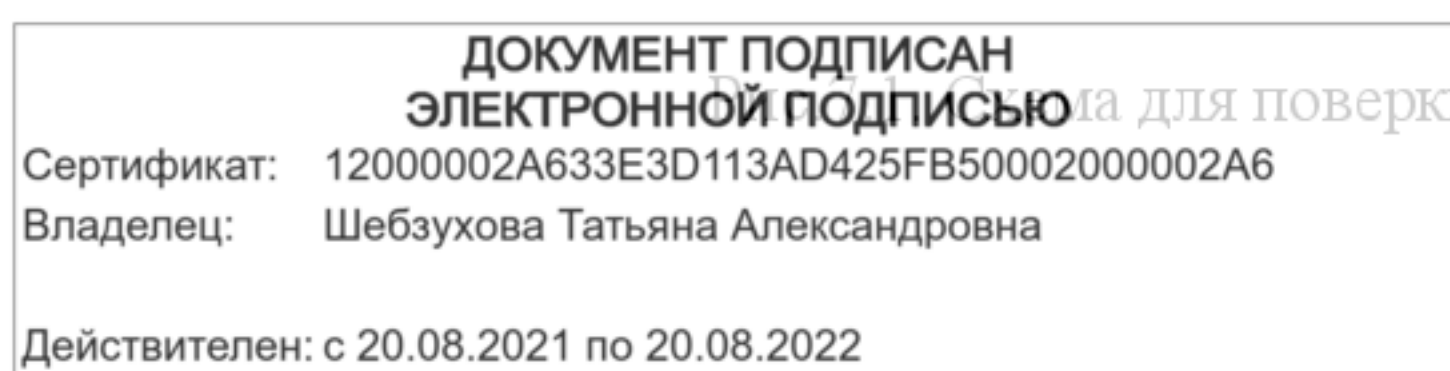


схема для поверки амперметра на постоянном токе

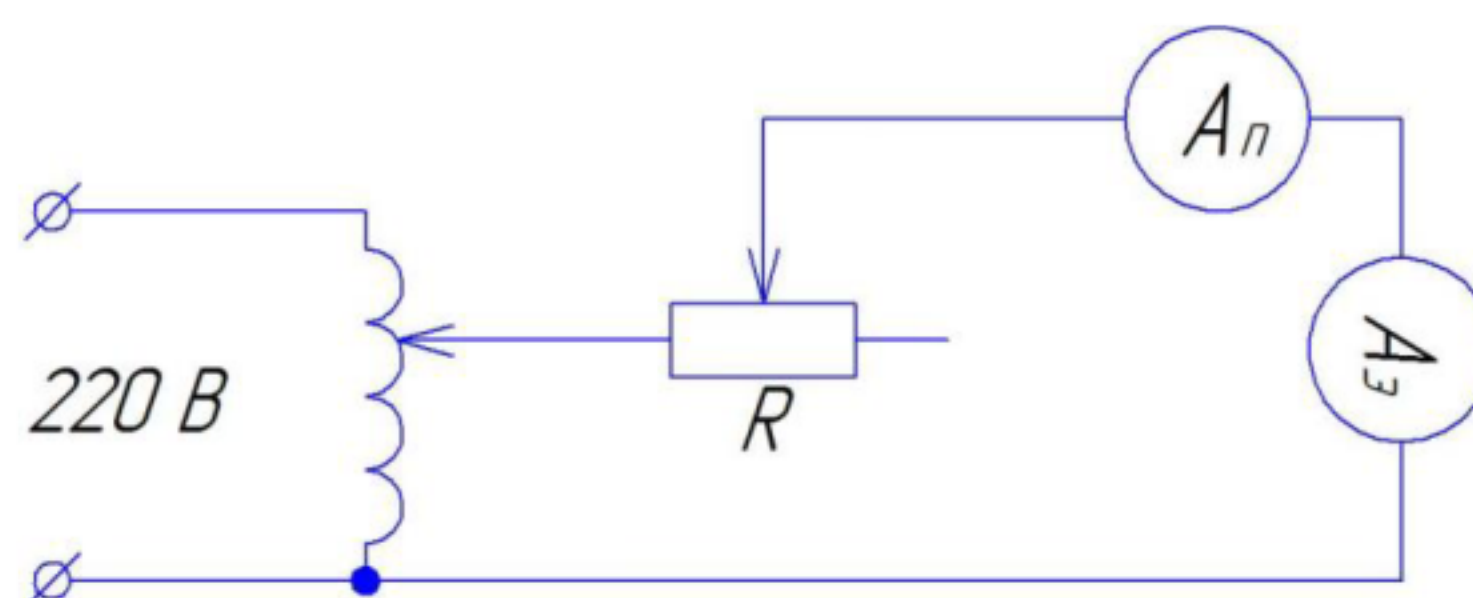


Рис.7.2. Схема для проверки амперметра на переменном токе

Таблица 7.1.

№ наблю	Показания приборов				Погрешности				Поправки		Вариации
	поверяемого		образцового		абсолютная		относительная				%
	вверх	вниз	вверх	вниз							

Содержание отчета:

Отчет должен содержать:

1. Название работы;
2. Цель работы;
3. Краткие теоретические сведения;
4. Описание используемого оборудования и материалов;
5. Порядок выполнения работы;
6. Вычисления и обработка результатов;
7. Выводы.

Контрольные вопросы:

1. Чем характеризуется точность прибора.
2. Как устанавливается соответствие классу точности прибора его точность.
3. Каковы нормальные условия работы прибора.
4. Какие бывают погрешности.
5. Что такое поправка, вариация.

6. Чем характеризуется погрешность средства измерения.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

6. Чем характеризуется погрешность средства измерения.

7. Как устанавливается соответствие классу точности прибора его точность.

8. С какой целью и как повышают чувствительность электроизмерительных приборов.
9. Как по найденным поправкам к прибору можно судить о точности показаний.
10. Почему понятия «поправка» и «вариация» не одно и то же.
11. Может ли быть отрицательной абсолютная погрешность, относительная погрешность, вариация.

**Лабораторная работа №8. Определение комплекта нормативных документов
и установление номенклатуры требований к изделию.**

Цель работы: Освоить правила разработки, оформления и утверждения нормативных документов на новые виды продукции.

Основы теории:

Оценка соответствия – это прямое или косвенное определение соблюдения требований, предъявляемых к объекту. В оценке участвуют три стороны. Участвующие стороны представляют, как правило, интересы поставщиков (первая сторона) и покупателей (вторая сторона). Третья сторона – лицо или орган, признаваемые независимыми от участвующих сторон в рассматриваемом вопросе.

Подтверждение соответствия – документальное удостоверение соответствия продукции или иных объектов, процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров. Подтверждение соответствия может носить добровольный или обязательный характер. Добровольное подтверждение соответствия осуществляется в форме добровольной сертификации. Обязательное подтверждение соответствия осуществляется в формах принятия декларации о соответствии (декларирования соответствия) и обязательной сертификации.

Сертификация – форма осуществления органом по сертификации подтверждения соответствия объектов требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров. При этой форме подтверждение осуществляется третьей стороной – органом по сертификации.

Обязательная сертификация производится на основании законов и законодательных положений и обеспечивает доказательство соответствия товара требованиям технических регламентов, обязательным требованиям стандартов. Поскольку обязательные требования нормативных документов относятся к безопасности, охране здоровья людей и окружающей среды, то основными аспектами обязательной сертификации являются безопасность, экологичность, совместимость, взаимозаменяемость.

Специальная техника, используемая в приборостроении, машиностроении, автомобилестроении и т.д., включена, как правило, в номенклатуру продукции и услуг, подлежа-

щих обязательной сертификации в Российской Федерации. В связи с этим этапы разработки и подготовки к выпуску такой продукции предполагают необходимость подробного изуче-

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат:	12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец:	Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022	

ния нормативных документов, которые содержат требования к изделиям. Данные требования, характеристики, нормы и правила должны быть учтены при разработке технического задания, технических условий и эксплуатационных документов на продукцию.

При формировании перечня нормативных документов, используемых при проведении сертификационных испытаний, необходимо уделять внимание не только стандартам, относящимся к группе однородной продукции, но и стандартам, содержащим общие технические требования по безопасности, совместимости, методам испытаний аналогичных приборов и оборудования.

Указание по технике безопасности:

Указания по технике безопасности при выполнении лабораторных работ приведены в приложение А.

Указания по выполнению лабораторной работы:

1. Получить у преподавателя задание на объект сертификации.
2. Дать краткую характеристику объекта сертификации и указать его технические характеристики.
3. Сформировать перечень нормативных документов, содержащих требования к объекту сертификации.
4. На основании комплекта нормативных документов составить перечень требований к сертифицируемому изделию.
5. Выбрать орган по сертификации и испытательную лабораторию. Составить заявку.

Содержание отчета:

Отчет должен содержать:

1. Название работы;
2. Цель работы;
3. Краткие теоретические сведения;
4. Описание используемого оборудования и материалов;
5. Порядок выполнения работы;
6. Вычисления и обработка результатов;

7. РАБОТА	
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат:	12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец:	Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022	

Контрольные вопросы:

1. Дайте определения основных понятий в области оценки соответствия.
2. Укажите цели и принципы подтверждения соответствия.
3. Перечислите формы подтверждения соответствия.
4. С какой целью осуществляется сертификация продукции и услуг.
5. В каких случаях сертификация носит обязательный характер.
6. Участники обязательной сертификации и их функции.
7. Раскройте понятие «система сертификации».
8. Чем вызвано введение декларирования соответствия.
9. Что означает маркировка СЭ и чем она отличается от знака обращения на рынке.
10. Дайте краткую характеристику содержания стандартов общих технических условий, стандартов на методы испытаний (контроля, измерений, анализа).
11. Какие органы государственного управления участвуют в сертификации изделий.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат:	12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец:	Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022	

Лабораторная работа №9. Разработка программы сертификационных испытаний и оценка соответствия продукции.

Цель работы: Уяснить порядок разработки программы сертификационных испытаний на основе требований к объекту с представлением методики и используемого оборудования

Основы теории:

Сертификация продукции представляет собой процедуру подтверждения соответствия, посредством которой независимая от изготовителя (продавца, исполнителя) и потребителя (покупателя) организация удостоверяет в письменной форме, что продукция соответствует установленным требованиям. Сертификация осуществляется в целях содействия потребителям в компетентном выборе продукции; защиты потребителя от недобросовестности изготовителя; контроля безопасности продукции для окружающей среды, жизни, здоровья и имущества; подтверждения показателей качества, заявленных изготовителем и т.д.

Положительный результат сертификации удостоверяется сертификатом соответствия – документом, подтверждающим соответствие продукции установленным требованиям.

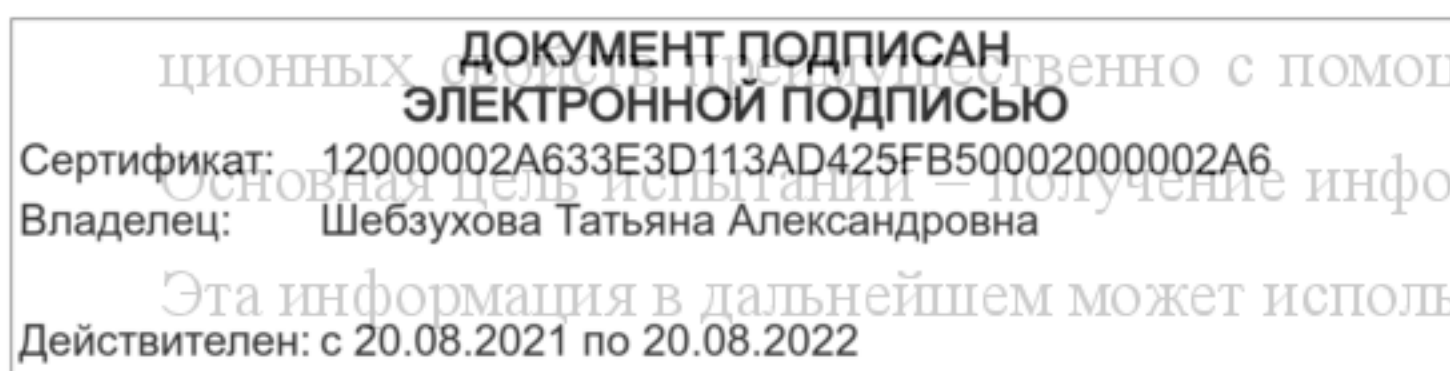
Сертификация может иметь обязательный и добровольный характер. Обязательная сертификация осуществляется в целях, предусмотренных законодательными актами Российской Федерации.

К нормативным документам, используемым при обязательной сертификации, относятся законы Российской Федерации, национальные стандарты (в том числе принятые в Российской Федерации межгосударственные и международные стандарты), санитарные нормы и правила, нормы по безопасности, а также другие документы, которые в соответствии с законодательством Российской Федерации устанавливают обязательные требования к продукции.

Обязательная сертификация вводится органом государственного управления и осуществляется независимо от желания производителя. В Российской Федерации продукция, не имеющая сертификата соответствия, запрещена к реализации.

Для продукции, подлежащей обязательной сертификации, проводятся сертификационные испытания. Под испытанием понимается определение технологических и эксплуата-

ционных параметров продукции с помощью различных методик, машин и приборов. Основная цель испытаний – получение информации о состоянии испытываемого объекта. Эта информация в дальнейшем может использоваться для решения различных задач.



В процессе технического проектирования и разработки опытных образцов объекта должна производиться детализация программы испытаний. В общем случае программа сертификационных испытаний должна создаваться параллельно с созданием объекта. Более того, в конструкции объекта, в его компоновке должны быть учтены требования, выдвигаемые испытаниями.

При составлении программы сертификационных испытаний необходимо изучить и использовать национальные стандарты на технические условия выбранных для сертификации приборов:

ГОСТ 12.2.007.0-75; ГОСТ Р МЭК 335-1-94; ГОСТ 12.1.019-79;
ГОСТ 12.1.038-82; ГОСТ 12.1.003-83; ГОСТ 30630.0.0-99;
ГОСТ 30630.1.1-99; ГОСТ 30630.1.2-99; ГОСТ Р 51371-99;
ГОСТ Р 51368-99; ГОСТ Р 51369-99; ГОСТ Р 51370-99;
ГОСТ 11478-88; ГОСТ 15543.1-89; ГОСТ 9.048-89;
ГОСТ Р МЭК 60065-2004; ГОСТ 12.2.013.0-91 (МЭК 745-1-82);
ГОСТ МЭК 730-1-95 / ГОСТ Р МЭК 730-1-94; ГОСТ 30631-99;
ГОСТ Р МЭК 60065-2002; ГОСТ 27484-87 (МЭК 695-2-2-80);
ГОСТ 27924-88 (МЭК 695-2-3-80); ГОСТ 28218-89 (МЭК 68-2-32-75);
ГОСТ Р 51325.1-99 (МЭК 60320-1-94); ГОСТ Р МЭК 60335-2-29-98.

Разработка программы сертификационных испытаний

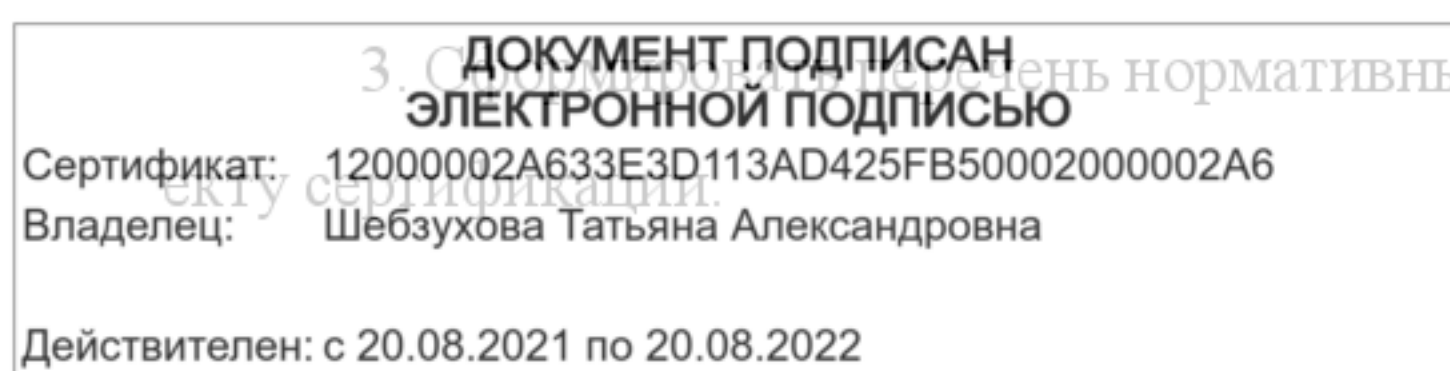
Программа испытаний должна включать перечень требований стандарта, подлежащих проверке при испытаниях, норму на данное требование (показатель), определяемых по стандарту, метод и методику испытаний, и используемое испытательное оборудование.

Указание по технике безопасности:

Указания по технике безопасности при выполнении лабораторных работ приведены в приложение А.

Указания по выполнению лабораторной работы:

1. Получить у преподавателя задание на разработку программы сертификационных испытаний конкретного объекта (прибора).
2. Дать краткую характеристику объекта сертификации и указать его технические характеристики.



4. На основании комплекта нормативных документов составить перечень требований к сертифицируемому объекту.

5. Разработать программу сертификационных испытаний в форме таблицы 40. Объем контролируемых показателей должен составлять 15 ... 20 наименований.

Таблица – Программа проведения сертификационных испытаний

Контролируемый показатель	Значение показателя (норма)	Метод и методика испытаний	Используемое испытательное оборудование

Содержание отчета:

Отчет должен содержать:

1. Название работы;
2. Цель работы;
3. Краткие теоретические сведения;
4. Описание используемого оборудования и материалов;
5. Порядок выполнения работы;
6. Вычисления и обработка результатов;
7. Выводы.

Контрольные вопросы:

1. Что означает понятие «испытание продукции».
2. В каких случаях сертификация носит обязательный характер.
3. В каких случаях сертификация носит добровольный характер.
4. Дайте краткую характеристику содержания стандартов общих технических условий, стандартов на методы испытаний (контроля, измерений, анализа).
5. Какие органы государственного управления участвуют в сертификации изделий.
6. Правила и порядок сертификации.
7. Назовите участников обязательной и добровольной сертификации и определите их функции.
8. Чем вызвано введение декларирования соответствия.
9. Что означает маркировка СЭ и чем она отличается от знака обращения на рынке.

10. Документ подписан
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

5.1.2 Перечень основной литературы:

1. Семенов, И. В. Метрология, стандартизация и сертификация : учебное пособие / И. В. Семенов. — Москва : Российский университет транспорта (МИИТ), 2021. — 120 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/115857.html>

2. Фаюстов, А. А. Метрология. Стандартизация. Сертификация. Качество : учебник / А. А. Фаюстов, П. М. Гуреев, В. Н. Гришин. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. — 504 с. — ISBN 978-5-9729-0447-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/98423.html>

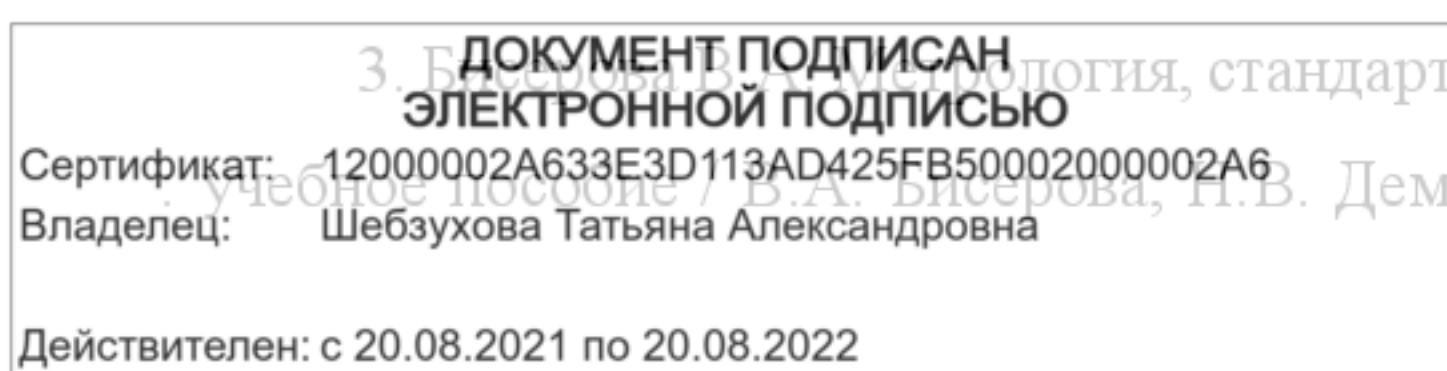
3. Медведев, Ю. Н. Метрологическая экспертиза технической документации : учебное пособие по дисциплине «Метрология. Стандартизация. Сертификация» / Ю. Н. Медведев. — Москва : Российский университет транспорта (МИИТ), 2020. — 86 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/115949.html>

4. Медведев, Ю. Н. Основы метрологии : учебное пособие по дисциплине «Метрология. Стандартизация. Сертификация» / Ю. Н. Медведев. — Москва : Российский университет транспорта (МИИТ), 2020. — 83 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/115865.html>

5.1.3 Перечень дополнительной литературы:

1. Коротков В.С. Метрология, стандартизация и сертификация [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.С. Коротков, А.И. Афонасов. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский политехнический университет, 2015. — 187 с. — 978-5-4387-0464-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34681.html>

2. Воробьева Г.Н. Метрология, стандартизация и сертификация [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.Н. Воробьева, И.В. Муравьева. — Электрон. текстовые данные. — М. : Издательский Дом МИСиС, 2015. — 108 с. — 978-5-87623-876-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/57097.html>



данные. — Саратов: Научная книга, 2012. — 159 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8207.html>

4. Егоров Ю.Н. Метрология и технические измерения [Электронный ресурс] : сборник тестовых заданий по разделу дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» / Ю.Н. Егоров. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2012. — 104 с. — 978-5-7264-0572-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16371.html>

5. Димов, Ю. В. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник / Ю.В. Димов. - 4-е изд. - СПб. : Питер, 2014. - 496 с. : ил. - (Учебник для вузов). - На учебнике гриф: Доп.МО. - Прил.: с. 479-493. - Библиогр.: с. 493-496. - ISBN 978-5-496-00033-8

5.2 Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Методические рекомендации для подготовки к практическим занятиям по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация».

2. Методические рекомендации для подготовки к лабораторным занятиям по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация».

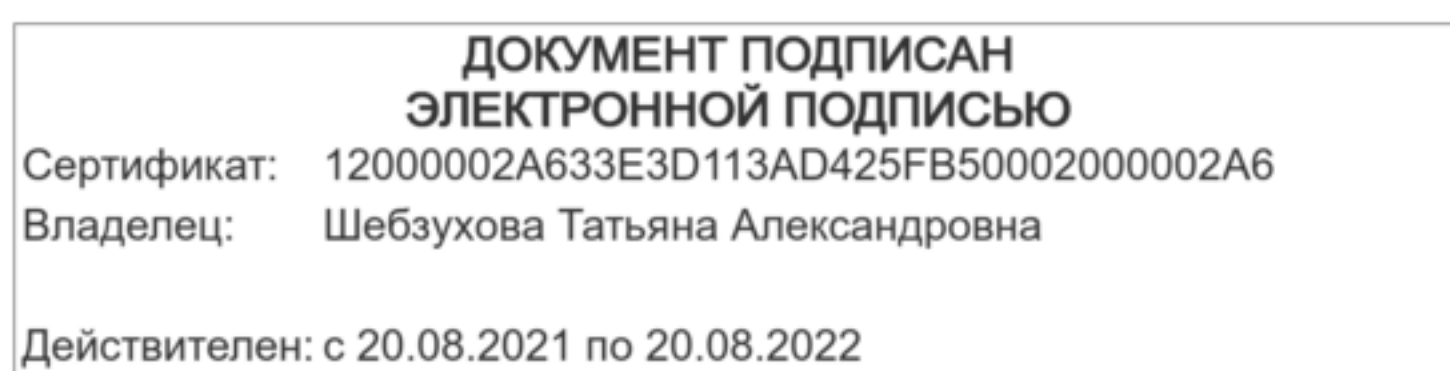
3. Методические рекомендации для выполнения контрольной работы по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация».

4. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация».

5.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

1. <http://www.biblioclub.ru> -ЭБС "Университетская библиотека онлайн"

2. <http://www.iprbookshop.ru/> - Электронно- библиотечная система IPRbooks



Указание по технике безопасности

До начала работы студенты обязаны изучить правила техники безопасности при работе с электроустановками. Об изучении правил техники безопасности и получении инструктажа студенты расписываются в специальном журнале. Студенты, не изучившие правила техники безопасности и не прошедшие инструктаж, к выполнению лабораторных работ не допускаются.

Учебная группа (или подгруппа) разбивается на бригады, число которых указывается преподавателем, а состав бригад комплектуется студентами на добровольных началах. Список группы (подгруппы), разбитой на бригады, староста предоставляет преподавателю, ведущему лабораторные занятия.

Каждая из бригад выполняет лабораторную работу в соответствии с графиком, находящемся в лаборатории.

Перед каждым занятием студент обязан подготовиться к выполнению лабораторной работы по данному методическому пособию и рекомендуемой литературе. Перед началом работы преподаватель проверяет знания студентов по содержанию выполняемой работы. Плохо подготовленные студенты к выполнению лабораторной работы не допускаются.

Работая в лаборатории, необходимо соблюдать следующие правила:

К выполнению лабораторной работы следует приступать только после полного уяснения ее содержания и получения допуска к ней.

2. Начинать работу следует с ознакомления с приборами и оборудованием, применяемыми в данной работе.

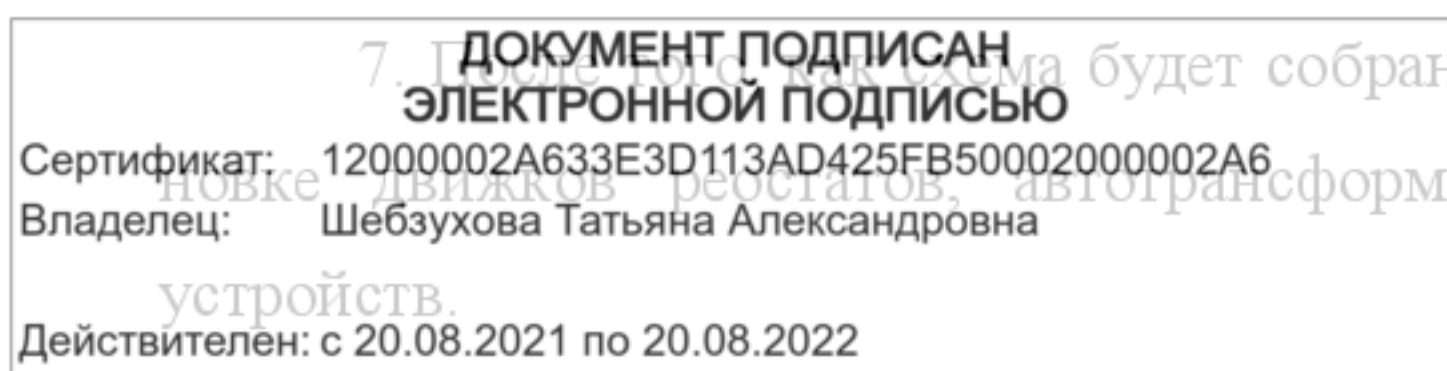
3. На лабораторном столе должны находиться только предметы, необходимые для выполнения данной работы.

4. Расположение аппаратуры на рабочем столе должно быть таким, чтобы схема соединений получилась наиболее простой, наглядной и работа с аппаратурой была удобной.

5. Желательно, чтобы схему собирал один из членов бригады, а другие контролировали.

6. При сборке сложных схем следует вначале соединить главную, последовательную цепь, начиная сборку от одного зажима источника тока и заканчивая на другом, а затем уже подключить параллельные цепи.

7. При сборке сложной схемы необходимо убедиться в правильной установке движков реостатов, автотрансформаторов и рукояток других регулирующих устройств.



8. Собранный схема обязательно должна быть проверена преподавателем или старшим лаборантом и только с их разрешения может быть включена под напряжение.

9. При включении схемы особое внимание следует обратить на показания амперметров и других измерительных приборов. В случае резкого движения стрелки амперметра к концу шкалы схему необходимо немедленно отключить от источника напряжения.

10. Необходимо бережно относиться к аппаратуре, используемой в работе. Обо всех замеченных неисправностях или повреждениях студент должен немедленно сообщить преподавателю или лаборанту.

11. После выполнения работы студент обязан, не разбирая схемы показать полученные данные преподавателю. Если результаты измерений верны, то преподаватель их подписывает. Эксперимент с неправильными результатами следует повторить.

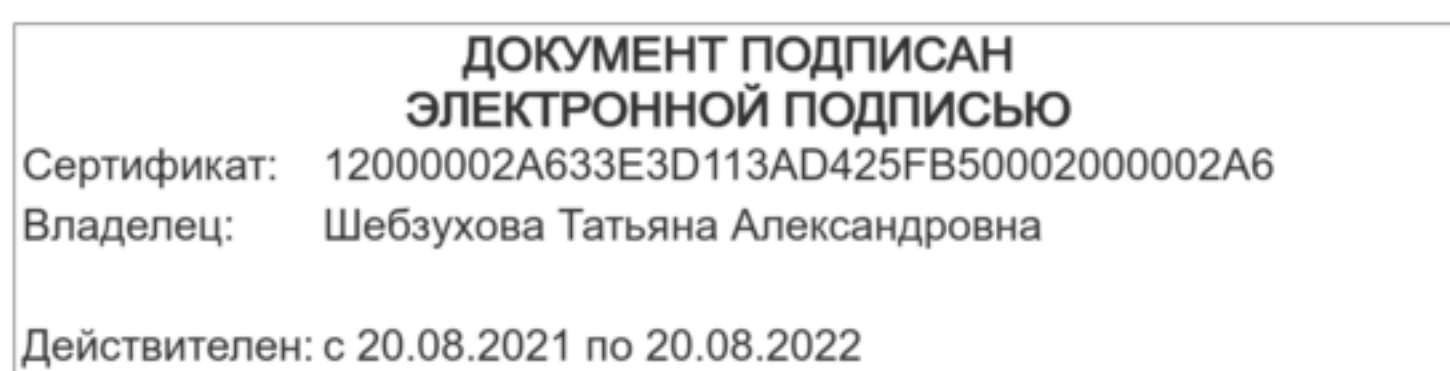
12. Схему следует разбирать только после ее отключения от сети.

13. Категорически запрещается:

- трогать руками оголенные провода и части приборов, находящиеся под напряжением, даже если оно невелико;
- производить изменения в схеме при подключенном источнике питания;
- заменять или брать оборудование, или приборы с других рабочих мест
- без разрешения преподавателя или лаборанта;
- отходить от приборов и машин, находящихся под напряжением или оставлять схему под напряжением при обработке результатов измерений;
- перегружать приборы током или напряжением, превышающим номинальное значение.

Проверку наличия, подаваемого к схеме или элементам схемы напряжения необходимо производить только контрольной лампочкой или вольтметром, соблюдая правила техники безопасности.

При работе в лаборатории следует строго соблюдать меры предосторожности, так как электрический ток, проходящий через тело человека, величиной в 0,025 А уже является опасным для жизни.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания

по выполнению контрольной работы
по дисциплине «МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ»
для студентов направления подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Содержание

№ п/п		Стр.
	Введение	
1.	Цель, задачи и реализуемые компетенции дисциплины	
2.	Формулировка задания и ее объем	
3.	Общие требования к написанию и оформлению работы	
4.	Рекомендации по выполнению задания	
5.	План-график выполнения задания	
6.	Критерии оценивания работы	
7.	Порядок защиты работы	
8.	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	
8.1	Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины	
8.2	Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	
8.3	Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины	

Введение

Одним из основных видов занятий по курсу дисциплины «МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ» является выполнение контрольной работы. Предлагаемые в методическом указании задания охватывают весь основной материал курса и соответствуют утвержденной программе.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

1. Цель, задачи и реализуемые компетенции дисциплины

Целью изучения дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» является освоение будущими специалистами современных мировоззренческих концепций и принципов в области метрологии, стандартизации и сертификации, приобретение ими глубоких знаний и твердых навыков для применения их в практической деятельности.

Задачами дисциплины являются:

- изучение основных принципов метрологического обеспечения, основ стандартизации, правила и порядок проведения сертификации;
- формирование представлений об организационных, научных и методических основах метрологического обеспечения, исторических и правовых основах стандартизации и сертификации;
- приобрести навыки основных методов измерений, обработки результатов и оценки погрешностей измерений, правовой базой стандартизации и сертификации.

При выполнении контрольной работы реализуются следующий перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ОПК-6 Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности	ИД-1 _{ОПК-6} Выбирает средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность.	Знает основные понятия, определения метрологии, стандартизации и сертификации, необходимые в разработке документации для отдельных разделов проекта. Умеет использовать ГОСТ и нормативно-техническую документацию при разработке и проектировании отдельных разделов проекта системы электроснабжения объектов. Владеет навыками обработки измерительной информации, необходимой для разработки документации проекта.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

2. Формулировка задания и ее объем

Вариант 1

- Задание 1 Физические величины как объект измерения.
- Задание 2 Привести примеры средств измерений, используемых в энергетической отрасли. Какие виды метрологического контроля (надзора) они должны пройти.

Вариант 2

- Задание 1 Эталоны и их классификация.
- Задание 2 Эталоны в энергетической отрасли.

Вариант 3

- Задание 1 Государственный метрологический контроль за средствами измерений.
- Задание 2 Лабораторные и производственные рабочие средства измерений, применяемые в энергетической отрасли.

Вариант 4

- Задание 1 Государственный метрологический надзор.
- Задание 2 Определение физических показателей качества: отклонение частоты, медленные изменения напряжения, колебания напряжения и фликер, одиночные быстрые изменения напряжения, несинусоидальность напряжения, несимметрия напряжения в трёхфазных системах.

Вариант 5

- Задание 1 Классы точности средств измерений.
- Задание 2 Переносные рабочие средства измерений, применяемые в электроэнергетике.

Вариант 6

- Задание 1 Поверка средств измерений.
- Задание 2 Выявление и исключение грубых погрешностей (промахов).

Вариант 7

- Задание 1 Правовые основы обеспечения единства измерений.
- Задание 2 Российская система калибровки средств измерений.

Вариант 8

- Задание 1 Погрешности измерений. Алгоритм обработки результатов измерений.

Задание 2 Характеристика выпрямительных приборов.

Вариант 9

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН	
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат:	12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец:	Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022	

Задание 1 Системы единиц. Международная система единиц (СИ).

Задание 2 Правила округления результатов и погрешностей.

Вариант 10

Задание 1 Понятие многократного измерения. Организационные, научные и методические основы метрологического обеспечения.

Задание 2 Внесение поправок в результаты измерений.

Вариант 11

Задание 1 Правовые основы стандартизации и ее задачи. Этапы разработки международных стандартов.

Задание 2 Сущность обязательной и добровольной сертификации.

Вариант 12

Задание 1 Нормативные документы по стандартизации и виды стандартов. Организационная структура системы стандартизации на энергетических предприятиях.

Задание 2 Принципы, правила и порядок проведения сертификации продукции.

Вариант 13

Задание 1 Маркировка продукции знаком соответствия ГОСТ РФ. Порядок разработки Технических условий.

Задание 2 Аккредитация органов по сертификации и испытательных лабораторий.

Вариант 14

Задание 1 Международная организация в области стандартизации, ее цели и задачи. Особенности стандартизации материалов и изделий.

Задание 2 Основные правила сертификации импортируемой продукции в России.

Вариант 15

Задание 1 Унификация, симплификация и агрегатирование машин. Общероссийские классификаторы.

Задание 2 Экологическая сертификация в России.

Вариант 16

Задание 1 Общероссийский классификатор единиц измерения (ОКЕИ): объекты классификации, структура, порядок кодирования. Стандарты, обеспечивающие качество продукции на стадии эксплуатации в области энергетики.

Задание 2 Сертификация услуг. Схема сертификации услуг.

Вариант 17

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат:	12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец:	Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022	

Задание 1 Межотраслевые системы стандартизации. Укажите конкретные стандарты, применяемые в Вашей профессиональной деятельности. Методика кодирования объектов или группы объектов.

Задание 2 Принципы, правила и порядок проведения сертификации электроэнергетической продукции.

Вариант 18

Задание 1 Процедура разработки международного стандарта. Порядок проведения работ по классификации и кодированию информации. Единая система классификации и кодирования технико-экономической и социальной информации (ЕСКК ТЭИ).

Задание 2 Правила маркировки продукции. Штрих - коды.

Вариант 19

Задание 1 Функции, цели, задачи международных и региональных организаций по стандартизации. Основные правила соглашения по техническим барьерам. Система стандартов социальной сферы.

Задание 2 Требования к органам по сертификации в энергетике и порядок проведения их аккредитации.

Вариант 20

Задание 1 Стандарты на системы качества. Классификационные методы кодирования: типы и область применения, достоинства и недостатки.

Задание 2 Порядок выбора схемы сертификации услуг.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат:	12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец:	Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022	

3. Общие требования к написанию и оформлению работы

Основные требования к работе

При выполнении и оформлении контрольной по ГОСТу надо учитывать общие требования, которые предъявляются к работе:

- студент должен придерживаться заданной тематики;
- запрещено менять тему самостоятельно без обращения к преподавателю;
- при оформлении работы нужно учитывать нормы и ГОСТы;
- контрольная выполняется на основании не менее семи источников, выбранных автором;
- работа должна быть авторской, в ней должны содержаться собственные выводы студента;
- текст контрольной должен иметь объем не менее 7 листов.

Оформление по ГОСТу текста контрольной

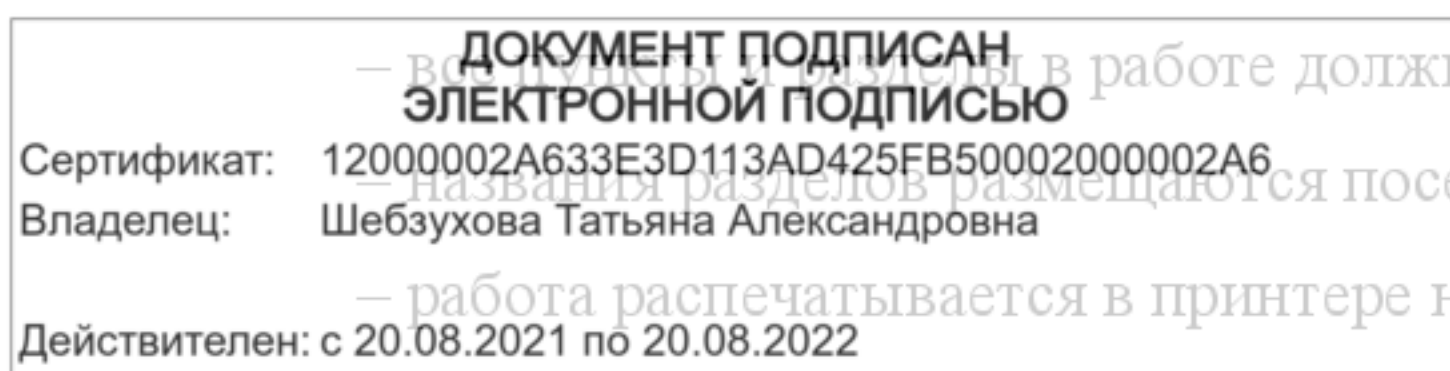
Когда работа выполнена, ее необходимо привести в соответствующий вид согласно ГОСТам:

- контрольную набирают в Word или другом текстовом редакторе с аналогичным функционалом;
- при наборе нужно использовать шрифт Times New Roman;
- интервал между строк — полуторный;
- размер шрифта — 14;
- текст выравнивается по ширине;
- в тексте делают красные строки с отступом в 12,5 мм;
- нижнее и верхнее поля страницы должны иметь отступ в 20 мм;
- слева отступ составляет 30 мм, справа — 15 мм;
- контрольная всегда нумеруется с первого листа, но на титульном листе номер не ставят;
- номер страницы в работе всегда выставляется в верхнем правом углу;
- заголовки работы оформляются жирным шрифтом;
- в конце заголовков точка не предусмотрена;
- заголовки набираются прописными буквами;

– все заголовки и подзаголовки в работе должны быть пронумерованы арабскими цифрами;

– названия разделов размещаются посередине строки, подразделы — с левого края;

– работа распечатывается в принтере на листах А4;



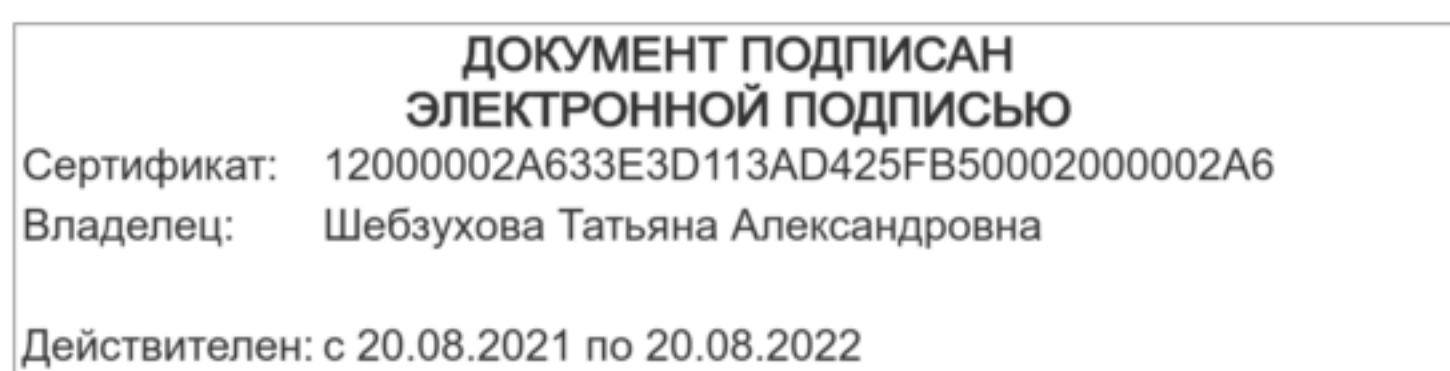
– текст должен располагаться только на одной стороне листа.

Работа имеет такую структуру:

1. Титульный лист;
2. Оглавление и введение;
3. Основной текст и расчет контрольной;
4. Заключительная часть работы;
5. Перечень использованной литературы и источников;
6. Дополнения и приложения.

Если в работе есть приложения, о них надо упоминать в оглавлении.

Ссылки нумеруются арабскими цифрами, при этом учитывают структуру работы (разделы и подразделы).



4. Рекомендации по выполнению задания

Указание к решению задачи №1

Дать развернутый ответ на теоретический вопрос.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

5. План-график выполнения задания

Работа над расчетно-графической работой может быть представлена в виде выполнения следующих этапов:

№ п/п	Наименование этапа	Сроки выполнения
1.	Получения задания	На первом практическом занятии
2.	Первичная консультация с преподавателем	На первом практическом занятии
3.	Работа с информационными источниками	В течении семестра
4.	Написание контрольной работы	В течении семестра
5.	Предоставление контрольной работы на кафедру	В течении семестра
6.	Защита контрольной работы	На последнем практическом занятии

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

6. Критерии оценивания работы

В целях повышения качества выполняемых контрольных работ преподаватель руководствуется следующими критериями оценивания письменных работ студентов.

Оценка «зачтено (отлично)» выставляется, если студент:

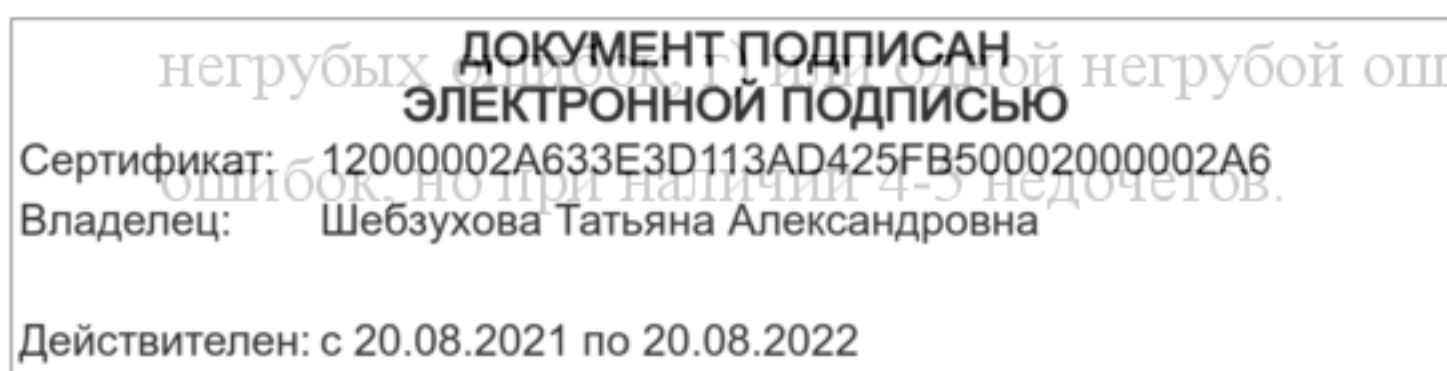
- представил контрольную работу в установленный срок и оформил ее в строгом соответствии с изложенными требованиями;
- использовал рекомендованную и дополнительную учебную и страноведческую литературу;
- при выполнении упражнений показал высокий уровень знания лексико-грамматического и страноведческого материала по заданной тематике, проявил творческий подход при ответе на вопросы, умение глубоко анализировать проблему и делать обобщающие выводы;
- выполнил работу грамотно с точки зрения поставленной задачи, т.е. без ошибок и недочетов или допустил не более одного недочета.

Оценка «зачтено (хорошо)» выставляется, если студент:

- представил контрольную работу в установленный срок и оформил ее в соответствии с изложенными требованиями;
- использовал рекомендованную и дополнительную литературу;
- при выполнении упражнений показал хороший уровень знания лексико-грамматического и страноведческого материала по заданной тематике, практически правильно сформулировал ответы на поставленные вопросы, представил общее знание информации по проблеме;
- выполнил работу полностью, но допустил в ней: а) не более одной негрубой ошибки и одного недочета б) или не более двух недочетов.

Оценка «зачтено (удовлетворительно)» выставляется, если студент:

- представил работу в установленный срок, при оформлении работы допустил незначительные отклонения от изложенных требований;
- показал достаточные знания по основным темам контрольной работы;
- использовал рекомендованную литературу;
- выполнил не менее половины работы или допустил в ней а) не более двух грубых ошибок, б) или не более одной грубой ошибки и одного недочета, в) или не более двух-трех негрубых ошибок, г) или не более одной грубой ошибки и трех недочетов, д) или при отсутствии



Оценка «незачтено (неудовлетворительно)» выставляется:

- когда число ошибок и недочетов превосходит норму, при которой может быть выставлена оценка «зачтено (удовлетворительно)» или если правильно выполнено менее половины работы;
- если студент не приступал к выполнению работы или правильно выполнил не более 10 процентов всех заданий.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

7. Порядок защиты работы

Написанная студентом контрольная работа сдается на кафедру в срок для рецензирования. Студент защищает контрольную работу до экзамена (зачета) перед преподавателем. Без защиты КР студент к экзамену (зачету) не допускается.

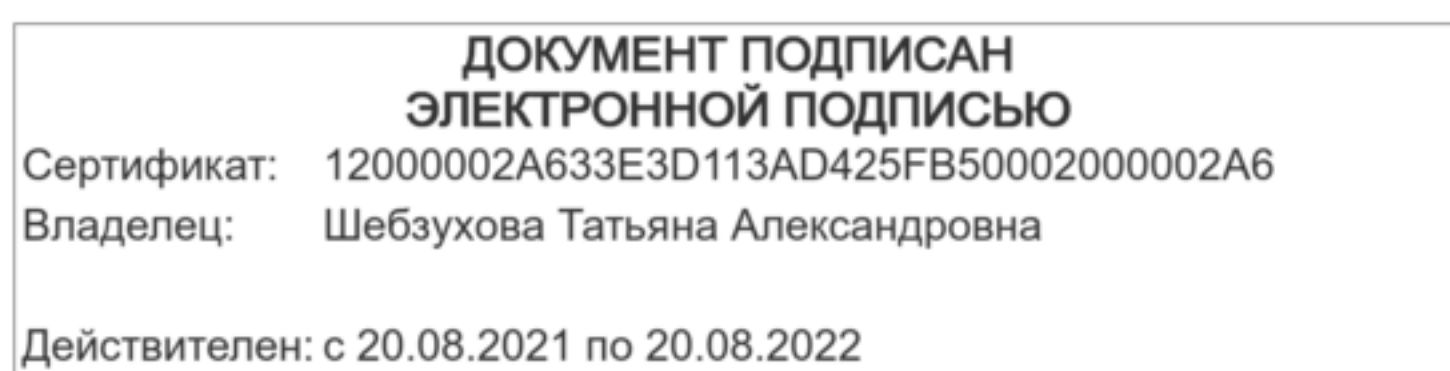
Работа не допускается к защите, если она не носит самостоятельного характера, списана из литературных источников или у других авторов, если основные вопросы не раскрыты, изложены схематично, фрагментарно, в тексте содержатся ошибки, научный аппарат оформлен неправильно, текст написан небрежно.

В ходе защиты контрольной работы задача студента — показать углубленное понимание вопросов конкретной темы, хорошее владение материалом по теме.

Защита контрольной работы может проходить в различных формах по усмотрению преподавателя:

- в форме индивидуальной беседы студента с руководителем по основным положениям работы;
- в форме индивидуальной защиты в присутствии всей группы студентов;
- в форме групповой защиты – одновременной защиты контрольной работы по одному направлению. В этом случае каждый следит за ходом рассуждений товарищей, дополняет, уточняет их, что, несомненно, усиливает работу мысли и способствует развитию экономического мышления.

Любая форма защиты контрольной работы учит отстаивать свою точку зрения, убедительно аргументировать ее, что способствует перерастанию знаний в убеждения.



8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

8.1.2 Перечень основной литературы:

1. Семенов, И. В. Метрология, стандартизация и сертификация : учебное пособие / И. В. Семенов. — Москва : Российский университет транспорта (МИИТ), 2021. — 120 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/115857.html>

2. Фаюстов, А. А. Метрология. Стандартизация. Сертификация. Качество : учебник / А. А. Фаюстов, П. М. Гуреев, В. Н. Гришин. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. — 504 с. — ISBN 978-5-9729-0447-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/98423.html>

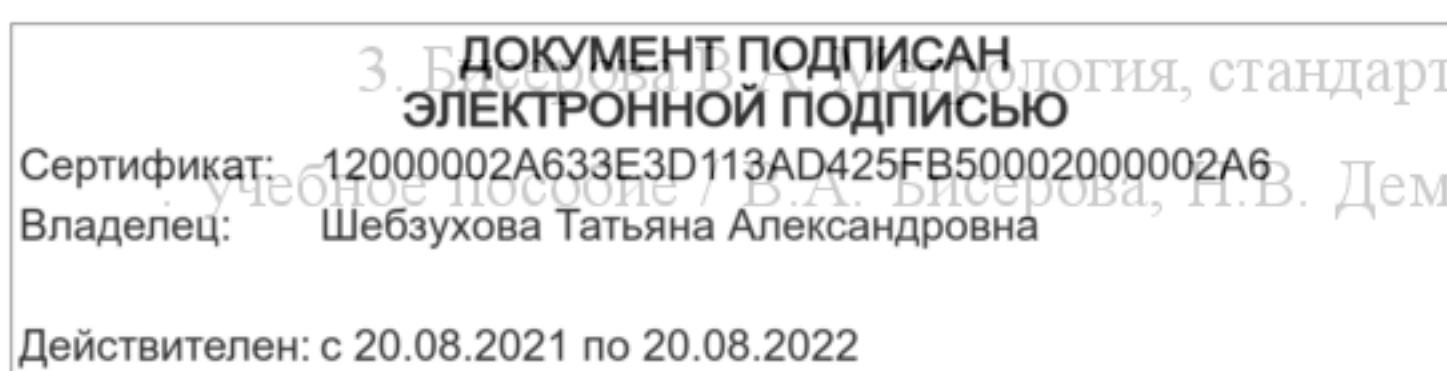
3. Медведев, Ю. Н. Метрологическая экспертиза технической документации : учебное пособие по дисциплине «Метрология. Стандартизация. Сертификация» / Ю. Н. Медведев. — Москва : Российский университет транспорта (МИИТ), 2020. — 86 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/115949.html>

4. Медведев, Ю. Н. Основы метрологии : учебное пособие по дисциплине «Метрология. Стандартизация. Сертификация» / Ю. Н. Медведев. — Москва : Российский университет транспорта (МИИТ), 2020. — 83 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/115865.html>

8.1.3 Перечень дополнительной литературы:

1. Коротков В.С. Метрология, стандартизация и сертификация [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.С. Коротков, А.И. Афонасов. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский политехнический университет, 2015. — 187 с. — 978-5-4387-0464-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34681.html>

2. Воробьева Г.Н. Метрология, стандартизация и сертификация [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.Н. Воробьева, И.В. Муравьева. — Электрон. текстовые данные. — М. : Издательский Дом МИСиС, 2015. — 108 с. — 978-5-87623-876-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/57097.html>



3. Бисерова, Н.В. Метрология, стандартизация и сертификация [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.В. Бисерова, А.С. Якорева. — Электрон. текстовые

данные. — Саратов: Научная книга, 2012. — 159 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8207.html>

4. Егоров Ю.Н. Метрология и технические измерения [Электронный ресурс] : сборник тестовых заданий по разделу дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» / Ю.Н. Егоров. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2012. — 104 с. — 978-5-7264-0572-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16371.html>

5. Димов, Ю. В. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник / Ю.В. Димов. - 4-е изд. - СПб. : Питер, 2014. - 496 с. : ил. - (Учебник для вузов). - На учебнике гриф: Доп.МО. - Прил.: с. 479-493. - Библиогр.: с. 493-496. - ISBN 978-5-496-00033-8

8.2 Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Методические рекомендации для подготовки к практическим занятиям по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация».

2. Методические рекомендации для подготовки к лабораторным занятиям по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация».

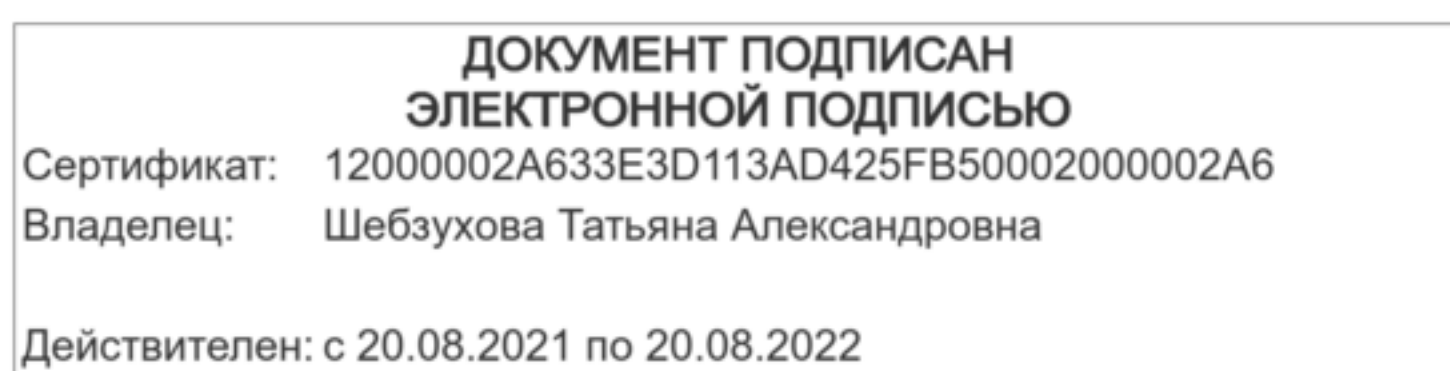
3. Методические рекомендации для выполнения контрольной работы по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация».

4. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация».

8.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

1. <http://www.biblioclub.ru> -ЭБС "Университетская библиотека онлайн"

2. <http://www.iprbookshop.ru/> - Электронно- библиотечная система IPRbooks



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания

по организации самостоятельной работы обучающихся
по дисциплине «МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ»
для студентов направления подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Содержание

- Введение
- 1 Общая характеристика самостоятельной работы обучающегося при изучении дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация»
 - 2 План-график выполнения самостоятельной работы
 - 3 Контрольные точки и виды отчетности по ним
 - 4 Методические рекомендации по изучению теоретического материала
 - 5 Методические указания по подготовке к контрольной работе
 - 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

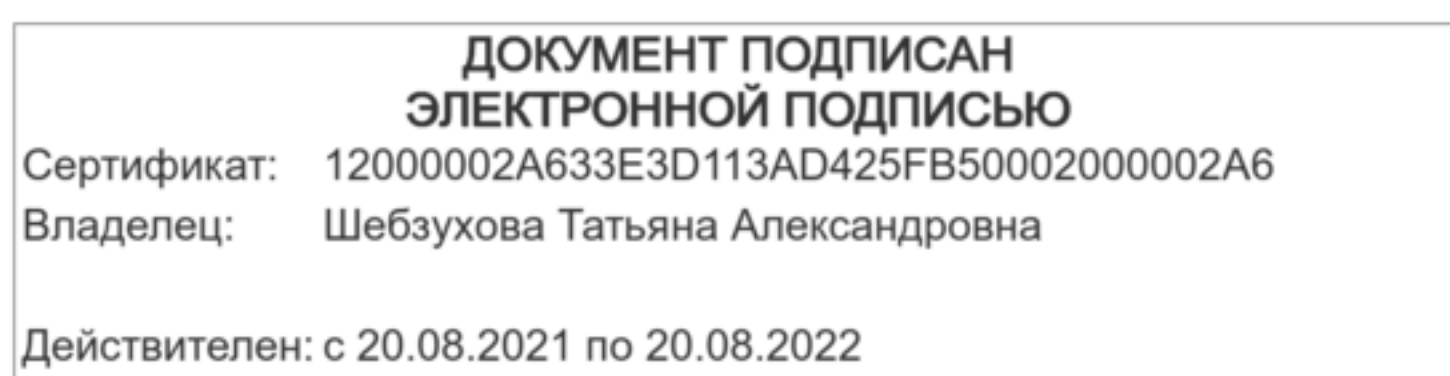
Введение

Самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой студентов).

Самостоятельная работа студентов в ВУЗе является важным видом учебной и научной деятельности студента.

Ведущая цель организации и осуществления СРС должна совпадать с целью обучения студента – подготовкой бакалавра с высшим образованием. При организации СРС важным и необходимым условием становятся формирование умения самостоятельной работы для приобретения знаний, навыков и возможности организации учебной и научной деятельности.

Целью самостоятельной работы студентов является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю, опытом творческой, исследовательской деятельности. Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.



Общая характеристика самостоятельной работы обучающегося при изучении дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация»

Самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой студентов).

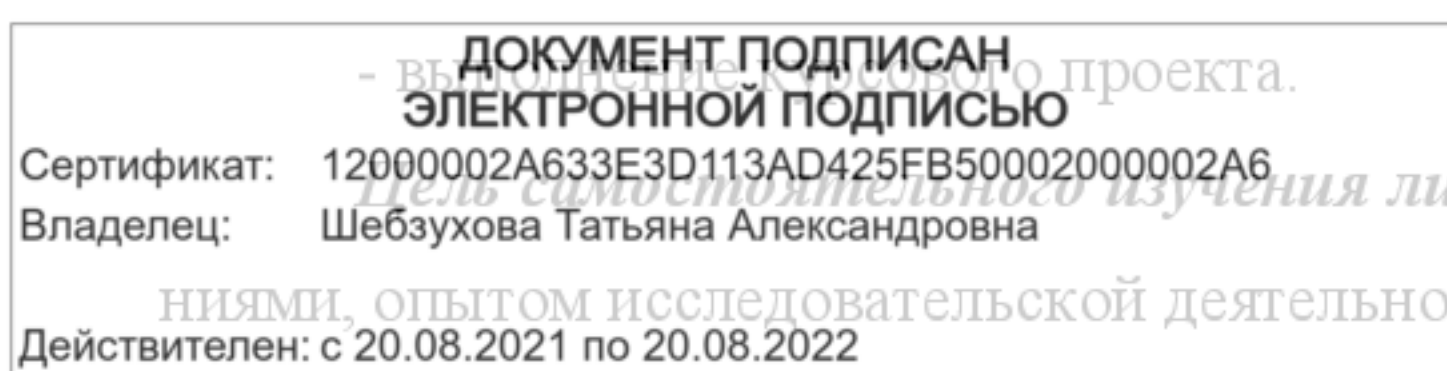
Самостоятельная работа студентов в ВУЗе является важным видом учебной и научной деятельности студента. Самостоятельная работа студентов играет значительную роль в рейтинговой технологии обучения. В связи с этим, обучение в ВУЗе включает в себя две, практически одинаковые по объему и взаимовлиянию части – процесса обучения и процесса самообучения. Поэтому СРС должна стать эффективной и целенаправленной работой студента.

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной финансовой ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через участие студентов в практических занятиях, выполнение контрольных заданий и тестов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Ведущая цель организации и осуществления СРС должна совпадать с целью обучения студента – подготовкой специалиста и бакалавра с высшим образованием. При организации СРС важным и необходимым условием становятся формирование умения самостоятельной работы для приобретения знаний, навыков и возможности организации учебной и научной деятельности.

Формы самостоятельной работы студентов разнообразны. В соответствии с рабочей программой дисциплины предусмотрены следующие виды самостоятельной работы студента:

- самостоятельное изучение литературы;
- самостоятельное решение задач;



Цель самостоятельного изучения литературы – самостоятельное овладение знаниями, опытом исследовательской деятельности.

Задачами самостоятельного изучения литературы являются:

- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов.

Цель самостоятельного решения задач - овладение профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю будущей деятельности.

Задачами самостоятельного решения задач являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений.

Целью самостоятельного выполнения расчетно-графической работы по дисциплине является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю, опытом творческой, исследовательской деятельности.

Задачами данного вида самостоятельной работы студента являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий на семинарах, на практических и лабораторных занятиях, при написании курсовой работы.

В результате освоения дисциплины формируются следующий перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы:

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ОПК-6 Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности	ИД-1 _{ОПК-6} Выбирает средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность.	Знает основные понятия, определения метрологии, стандартизации и сертификации, необходимые в разработке документации для отдельных разделов проекта. Умеет использовать ГОСТ и нормативно-техническую документацию при разработке и проектировании отдельных разделов проекта системы электроснабжения объектов. Владеет навыками обработки измерительной информации, необходимой для разработки документации проекта.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

План-график выполнения самостоятельной работы

Коды реализуемых компетенций, индикатора(ов)	Вид деятельности студентов	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе		
			СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
4 семестр					
ОПК-6 ИД-1 _{ОПК-6}	Самостоятельное изучение литературы по темам №1-9	Собеседование	20,16	2,24	22,4
	Подготовка к лекциям	Собеседование	1,215	0,135	1,35
	Подготовка к практическим занятиям	Письменный отчет о решении типовых, разноуровневых задач	2,43	0,27	2,7
	Подготовка к лабораторным занятиям	Собеседование	3,645	0,405	4,05
	Выполнение контрольной работы	Собеседование	9	1	10
Итого за 4 семестр:			36,45	4,05	40,5
Итого:				4,05	40,5

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Контрольные точки и виды отчетности по ним

№ п/п	Вид деятельности студентов	Сроки выполнения	Количество баллов
4 семестр			
1.	Практическое занятие № 2	6 неделя	25
2.	Лабораторная работа № 5	10 неделя	15
3.	Практическое занятие № 7	16 неделя	15
	Итого за 4 семестр		55
	Итого		55

Максимально возможный балл за весь текущий контроль Максимально возможный балл за весь текущий контроль устанавливается равным 55. Текущее контрольное мероприятие считается сданным, если студент получил за него не менее 60% от установленного для этого контроля максимального балла. Рейтинговый балл, выставляемый студенту за текущее контрольное мероприятие, сданное студентом в установленные графиком контрольных мероприятий сроки, определяется следующим образом:

Уровень выполнения контрольного задания	Рейтинговый балл (в % от максимального балла за контрольное задание)
Отличный	100
Хороший	80
Удовлетворительный	60
Неудовлетворительный	0

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Методические рекомендации по изучению теоретического материала

Самостоятельная работа студента начинается с внимательного ознакомления с содержанием учебного курса.

Изучение каждой темы следует начинать с внимательного ознакомления с набором вопросов. Они ориентируют студента, показывают, что он должен знать по данной теме. Вопросы темы как бы накладываются на соответствующую главу избранного учебника или учебного пособия. В итоге должно быть ясным, какие вопросы темы учебного курса и с какой глубиной раскрыты в конкретном учебном материале, а какие вообще опущены. Требуется творческое отношение и к самому содержанию дисциплины.

Вопросы, составляющие ее содержание, обладают разной степенью важности. Есть вопросы, выполняющие функцию логической связки содержания темы и всего курса, имеются вопросы описательного или разъяснительного характера, а также исторического экскурса в область изучаемой дисциплины. Все эти вопросы не составляют сути понятийного, концептуального содержания темы, но необходимы для целостного восприятия изучаемых проблем.

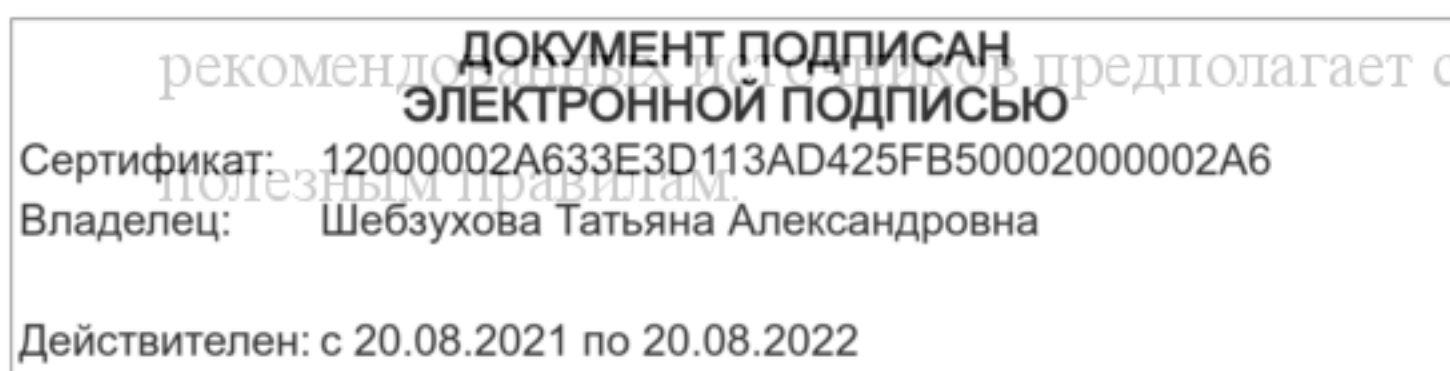
Изучаемая дисциплина имеет свой категориально-понятийный аппарат. Научные понятия — это та база, на которой строится каждая наука. Понятия — узловые, опорные пункты как научного, так и учебного познания, логические ступени движения в учебе от простого к сложному, от явления к сущности. Без ясного понимания понятий учеба крайне затрудняется, а содержание приобретенных знаний становится тусклым, расплывчатым.

Студент должен понимать, что самостоятельное овладение знаниями является главным, определяющим. Высшая школа создает для этого необходимые условия, помогает будущему высококвалифицированному специалисту овладеть технологией самостоятельного производства знаний.

В самостоятельной работе студентам приходится использовать литературу различных видов: первоисточники, монографии, научные сборники, хрестоматии, учебники, учебные пособия, журналы и др. Изучение курса предполагает знакомство студентов с большим объемом научной и учебной литературы, что, в свою очередь, порождает необходимость выработки у них рационально-критического подхода к изучаемым источникам.

Чтобы не «утонуть» в огромном объеме рекомендованных ему для изучения источников, студент, прежде всего, должен научиться правильно их читать. Правильное чтение

рекомендованной литературы предполагает следование нескольким несложным, но весьма полезным правилам.



Предварительный просмотр книги включает ознакомление с титульным листом книги, аннотацией, предисловием, оглавлением. При ознакомлении с оглавлением необходимо выделить разделы, главы, параграфы, представляющие для вас интерес, бегло их просмотреть, найти места, относящиеся к теме (абзацы, страницы, параграфы), и познакомиться с ними в общих чертах.

Научные издания сопровождаются различными вспомогательными материалами — научным аппаратом, поэтому важно знать, из каких основных элементов он состоит, каковы его функции.

Знакомство с книгой лучше всего начинать с изучения аннотации — краткой характеристики книги, раскрывающей ее содержание, идейную, тематическую и жанровую направленность, сведения об авторе, назначение и другие особенности. Аннотация помогает составить предварительное мнение о книге.

Глубже понять содержание книги позволяют вступительная статья, в которой дается оценка содержания книги, затрагиваемой в ней проблематики, содержится информация о жизненной и творческой биографии автора, высказываются полемические замечания, разъясняются отдельные положения книги, даются комментарии и т.д. Вот почему знакомство с вступительной статьей представляется очень важным: оно помогает студенту сориентироваться в тексте работы, обратить внимание на ее наиболее ценные и важные разделы.

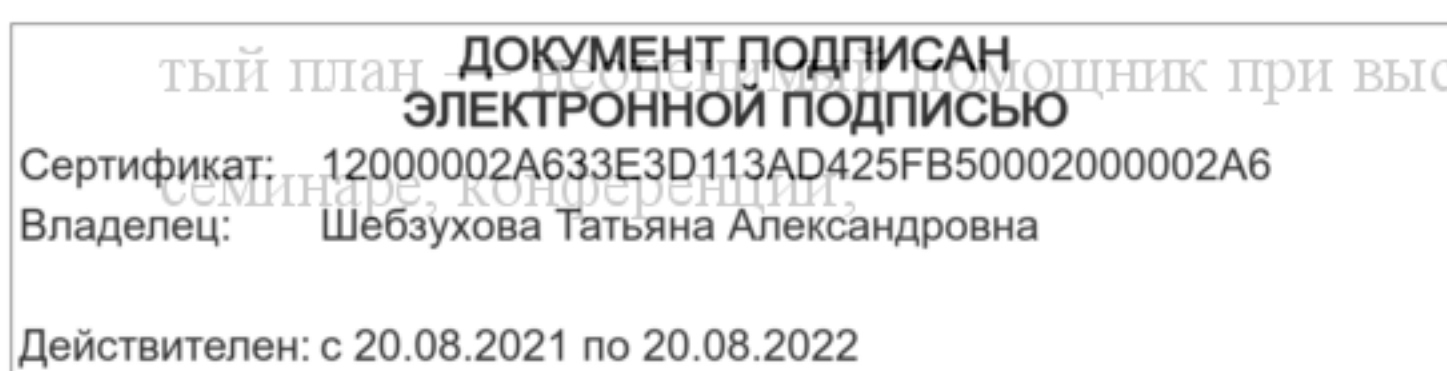
Той же цели содействует знакомство с оглавлением, предисловием, послесловием. Весьма полезными элементами научного аппарата являются сноски, комментарии, таблицы, графики, списки литературы. Они не только иллюстрируют отдельные положения книги или статьи, но и сами по себе являются дополнительным источником информации для читателя.

Если читателя заинтересовала какая-то высказанная автором мысль, не нашедшая подробного освещения в данном источнике, он может обратиться к тексту источника, упоминаемого в сноске, либо к источнику, который он может найти в списке литературы, рекомендованной автором для самостоятельного изучения.

Существует несколько форм ведения записей:

— план (простой и развернутый) — наиболее краткая форма записи прочитанного, представляющая собой перечень вопросов, рассматриваемых в книге или статье. Развернутый план представляет собой более подробную запись прочитанного, с детализацией отдельных положений и выводов, с выпиской цитат, статистических данных и т.д. Разверну-

тый план — эффективный помощник при выступлении с докладом на конкретную тему на семинаре, конференции.



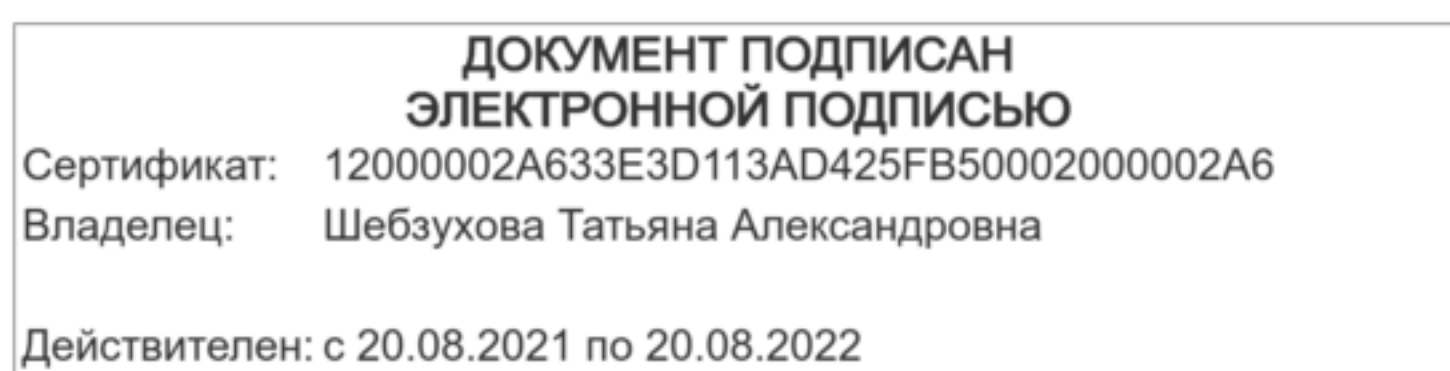
— тезисы — кратко сформулированные положения, основные положения книги, статьи. Как правило, тезисы составляются после предварительного знакомства с текстом источника, при его повторном прочтении. Они помогают запомнить и систематизировать информацию.

Составление конспектов

Большую роль в усвоении и повторении пройденного материала играет хороший конспект, содержащий основные идеи прочитанного в учебнике и услышанного в лекции. Конспект — это, по существу, набросок, развернутый план связного рассказа по основным вопросам темы.

В какой-то мере конспект рассчитан (в зависимости от индивидуальных особенностей студента) не только на интеллектуальную и эмоциональную, но и на зрительную память, причем текст конспекта нередко ассоциируется еще и с текстом учебника или записью лекции. Поэтому легче запоминается содержание конспектов, написанных разборчиво, с подчеркиванием или выделением разрядкой ключевых слов и фраз.

Самостоятельно изученные темы предоставляются преподавателю в форме конспекта, по которому происходит собеседование. Теоретические темы курса (отдельные вопросы), выносимые на самостоятельное изучение, представлены ниже.



Методические указания по подготовке к контрольной работе

Контрольная работа – это самостоятельная письменная работа студента, которая должна показать не только его владение теоретическим материалом, но и продемонстрировать практические умения проводить расчеты.

Цели выполнения контрольной работы заключаются:

- закрепить и систематизировать теоретические знания и практические навыки студента;
- научить работать с литературой – изучать, анализировать информацию из научных источников;

При выполнении контрольной работы реализуются следующие компетенции:

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ОПК-6 Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности	ИД-1 _{ОПК-6} Выбирает средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность.	Знает основные понятия, определения метрологии, стандартизации и сертификации, необходимые в разработке документации для отдельных разделов проекта. Умеет использовать ГОСТ и нормативно-техническую документацию при разработке и проектировании отдельных разделов проекта системы электроснабжения объектов. Владеет навыками обработки измерительной информации, необходимой для разработки документации проекта.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Перечень основной литературы:

1. Семенов, И. В. Метрология, стандартизация и сертификация : учебное пособие / И. В. Семенов. — Москва : Российский университет транспорта (МИИТ), 2021. — 120 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/115857.html>

2. Фаюстов, А. А. Метрология. Стандартизация. Сертификация. Качество : учебник / А. А. Фаюстов, П. М. Гуреев, В. Н. Гришин. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. — 504 с. — ISBN 978-5-9729-0447-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/98423.html>

3. Медведев, Ю. Н. Метрологическая экспертиза технической документации : учебное пособие по дисциплине «Метрология. Стандартизация. Сертификация» / Ю. Н. Медведев. — Москва : Российский университет транспорта (МИИТ), 2020. — 86 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/115949.html>

4. Медведев, Ю. Н. Основы метрологии : учебное пособие по дисциплине «Метрология. Стандартизация. Сертификация» / Ю. Н. Медведев. — Москва : Российский университет транспорта (МИИТ), 2020. — 83 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/115865.html>

Перечень дополнительной литературы:

1. Коротков В.С. Метрология, стандартизация и сертификация [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.С. Коротков, А.И. Афонасов. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский политехнический университет, 2015. — 187 с. — 978-5-4387-0464-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34681.html>

2. Воробьева Г.Н. Метрология, стандартизация и сертификация [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.Н. Воробьева, И.В. Муравьева. — Электрон. текстовые данные. — М. : Издательский Дом МИСиС, 2015. — 108 с. — 978-5-87623-876-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/57097.html>

3. Бисерова, Н.В. Метрология, стандартизация и сертификация [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.В. Бисерова, А.С. Якорева. — Электрон. текстовые данные. — М. : Издательский Дом МИСиС, 2015. — 108 с. — 978-5-87623-876-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/57097.html>

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

данные. — Саратов: Научная книга, 2012. — 159 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8207.html>

4. Егоров Ю.Н. Метрология и технические измерения [Электронный ресурс] : сборник тестовых заданий по разделу дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» / Ю.Н. Егоров. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2012. — 104 с. — 978-5-7264-0572-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16371.html>

5. Димов, Ю. В. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник / Ю.В. Димов. - 4-е изд. - СПб. : Питер, 2014. - 496 с. : ил. - (Учебник для вузов). - На учебнике гриф: Доп.МО. - Прил.: с. 479-493. - Библиогр.: с. 493-496. - ISBN 978-5-496-00033-8

Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Методические рекомендации для подготовки к практическим занятиям по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация».

2. Методические рекомендации для подготовки к лабораторным занятиям по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация».

3. Методические рекомендации для выполнения контрольной работы по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация».

4. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация».

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

1. <http://www.biblioclub.ru> -ЭБС "Университетская библиотека онлайн"

2. <http://www.iprbookshop.ru/> - Электронно- библиотечная система IPRbooks

