

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Северо-Кавказский федеральный университет»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к лабораторным работам

по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация»

для студентов направления подготовки

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов
(Направленность (профиль) «Автомобили и автомобильное хозяйство»)

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
Лабораторная работа №1. Метрологические характеристики средств измерений.....	5
Лабораторная работа №2. Статистическая оценка результатов равноточных измерений.....	15
Лабораторная работа №3. Проверка годности изделия по размеру физической величины.....	22
Лабораторная работа №4. Оценка погрешностей вольтметров при измерении напряжения источника питания.....	27
Лабораторная работа №5. Измерение сопротивлений нулевым методом. Способ противопоставления.....	31
Лабораторная работа №6. Проверка гипотезы о воспроизводимости результатов измерений давления манометрами с помощью критерия Кочрена.....	35

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» содержат методические рекомендации к выполнению девяти лабораторных занятий.

Описание лабораторных занятий позволит студенту приобрести навыки использования измерительного инструмента, наблюдения и сбора результатов измерений и их математической оценки. Кроме того, в результате выполнения лабораторных занятий студенты ознакомятся с методикой оценки неравноточных измерений.

Выполнение лабораторных занятий способствует освоению общепрофессиональных компетенций:

ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности

ИД-2. Владеет общетехническими знаниями при решении задач автомобильного транспорта

ОПК-3 Способен в сфере своей профессиональной деятельности проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные и результаты испытаний

ИД-2. Умеет обрабатывать и представлять экспериментальные данные и результаты испытаний для оценки технического состояния автотранспортных средств, их узлов, агрегатов, механизмов и деталей

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

Цель работы: изучить основные метрологические характеристики средств измерений и ознакомиться с методами их определения.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: анализировать выбор средств измерений применительно к конкретным условиям.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: определять погрешности измерений и делать выводы о целесообразности применения того или иного вида измерительного инструмента.

Владения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: приобретение навыков использования различных видов измерительных инструментов.

Формируемые компетенции: ОПК-1; ОПК-3

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Метрологические характеристики (свойства) средств измерений – это такие количественные характеристики, назначением которых является оценка качественного и технического уровней измерительных инструментов, с целью нахождения опытных результатов измерений и количественной оценки показателей постоянной инструментальной составляющей погрешности измерения.

По ГОСТ 8.009-84 устанавливается перечень необходимых метрологических характеристик средств измерений (цена деления, диапазон показаний, диапазон измерений, погрешность средства измерения, сила измерения и т. д.).

В лабораторной работе будут использованы четыре вида измерительных инструментов (штангенциркуль, микрометр, рычажная скоба,

миниметр). Дадим краткую характеристику и правила пользования этими типами средств измерений:

1. Штангенциркуль – универсальный измерительный инструмент, который можно использовать для нахождения наружных и внутренних линейных размеров как цилиндрических, так и плоских поверхностей абсолютным методом. Свое название это средство измерений получило по конструкции прибора, основой конструкции которого является линейка-штанга. Нониусы штангенциркулей получают с шагом отсчета 0,10; 0,05; 0,02 мм.

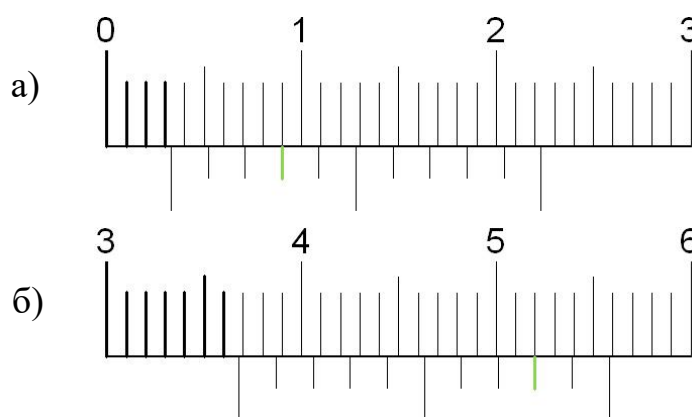


Рисунок 1 – Схема измерения размера штангенциркулем

Для нахождения заданного размера при помощи штангенциркуля необходимо просуммировать результаты его основной и вспомогательной (нониуса) шкал:

- число целых миллиметров находится по основной шкале штанги слева направо, на которое указывает нулевой штрих нониуса (вспомогательной шкалы). Например, на рисунке 1a количество целых миллиметров равно 3,0; на рисунке 1б – 3,6;

- для нахождения долей миллиметра нужно определить то деление нониуса, которое практически точно совпадает с одним из делений основной шкалы по вертикали. Затем необходимо перемножить номер по порядку найденного деления нониуса на цену деления его шкалы (на рисунке 19.1 нониус имеет 10 делений и, следовательно, цена шкалы нониуса равна 0,1

мм). Например, на рисунке 19.1а количество долей миллиметра равно $3 \cdot 0,1 = 0,3$; на рисунке 19.1б: $8 \cdot 0,1 = 0,8$. Результат измерения определяется как сумма двух значений: количества целых миллиметров и их долей. Таким образом, общий результат будет равен: рисунок 1а – 3,3; рисунок 1б – 36,8.

В случаях когда нулевое деление нониуса точно совпадает с одним из делений основной шкалы, измеряемый размер равен целому числу.

2. Микрометр – это универсальный измерительный инструмент, который предназначен для нахождения линейных величин (цилиндрических и плоских поверхностей) абсолютным методом измерения. Для определения его показаний, нужно сложить полученные значения показаний шкал стебля и барабана.

Перед началом измерений микрометром необходимо провести его проверку при помощи плоскопараллельной концевой меры длины или специальной цилиндрической установочной меры.

Показателем при отсчете по основной шкале 2 является торец барабана, а продольный штрих 1 служит показателем для дополнительной шкалы 3. Нижние деления шкалы стебля показывают число целых миллиметров, а ее верхние деления – половины миллиметров, т.к. один оборот барабана составляет 0,5 мм.

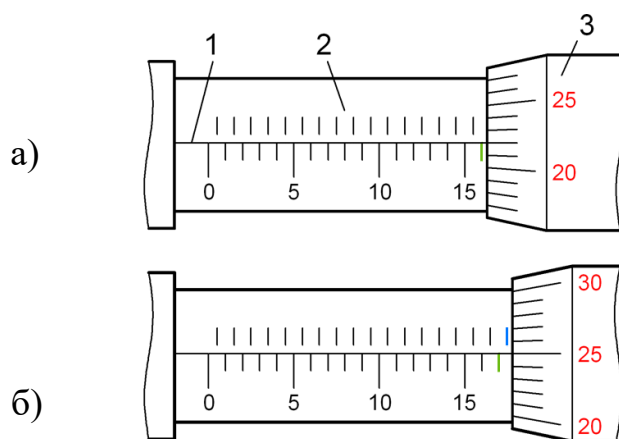


Рисунок 2 – Схема измерения размера микрометром: 1 – продольный штрих; 2 – основная шкала (шкала стебля); 3 – дополнительная шкала (шкала барабана)

Для определения величины измеряемого размера при помощи микрометра нужно сложить результаты шкалы стебля и шкалы барабана:

- количество целых миллиметров определяется по последнему полностью открытому барабаном делению шкалы стебля. Например, на рисунке 2а количество целых миллиметров равно 16,0 (открыто нижнее деление шкалы стебля, а верхнее еще не показалось). На рисунке 2а открыто нижнее деление шкалы стебля значением 17,0 миллиметров и уже показалось верхнее деление. Следовательно, результат по шкале стебля будет равен: $17,0 + 0,5 = 17,5$ мм;

- число сотых долей миллиметра равно тому показанию шкалы барабана, которое находится на одной линии (горизонтально) с продольным штрихом. Например, для рисунка 2а значение сотых долей миллиметра будет равно 0,22 мм; для рисунка 2б – 0,25 мм. Следовательно, согласно рисунка 19.2а получаем размер $16 + 0,22 = 16,22$ мм, а для рисунка 2б: $17,5 + 0,25 = 17,75$ мм.

Распространенной ошибкой при измерении микрометром является случай, когда неправильно учитывают (или наоборот не учитывают) значения 0,5 мм (верхнее деление шкалы стебля). Это обусловлено зачастую тем, что ближайшее к барабану деление верхней шкалы стебля может быть открыто только частично. Поэтому в таких случаях проводят проверку при помощи штангенциркуля.

3. Рычажная скоба – это средство измерения охватываемых размеров (наружный диаметр, уступы и т. п.) при помощи относительного метода измерения.

В рычажной скобе имеются две пятки, которые условно называют подвижной и неподвижной. Настройка рычажной скобы производится на номинальный размер измеряемой детали при помощи блока плоскопараллельных концевых мер длины.

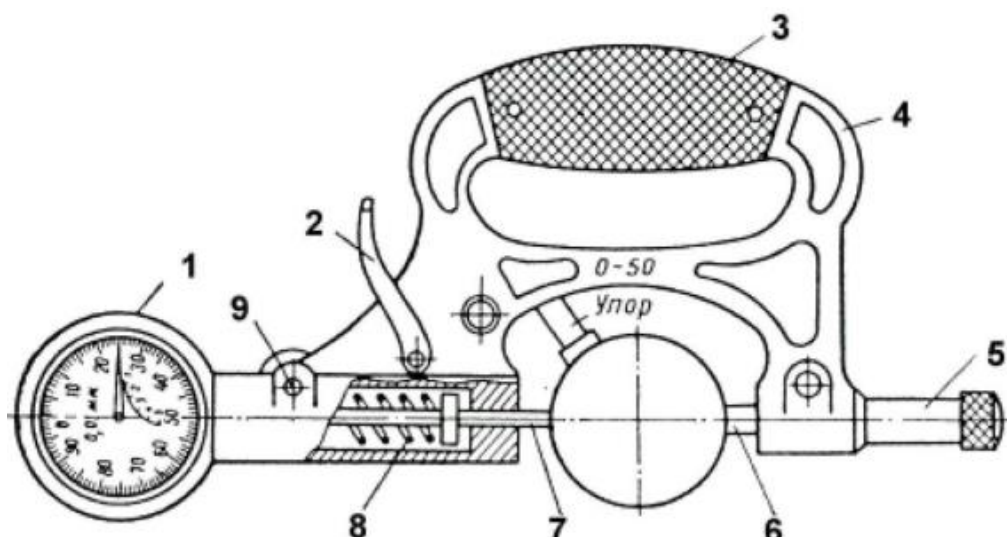


Рисунок 3 – Схема измерения размера рычажной скобой: 1 – отсчетное устройство; 2 – рычага отвода; 3 – ручка с теплоизоляционными накладками; 4 – корпус; 5 – колпачок; 6 – подвижная пятка; 7 – неподвижная пятка; 8 – пружина; 9 – стопорный винт.

Настройка рычажной скобы производится в следующем порядке:

- снимается колпачок, служащий для предохранения подвижной пятки от самоотвинчивания;
- подвижная пятка перемещается на расстояние, затем вставляется блок плоскопараллельных концевых мер длины (равный номинальному размеру);
- далее при помощи подвижной пятки отсчетное устройство устанавливается на ноль;
- при помощи рычага отвода перемещается неподвижная пятка и вынимается блок мер;
- для измерения размера деталь при помощи рычага отвода вначале закрепляют, а затем снимают из рычажной скобы.

Как указывалось выше, при применении рычажной скобы используется относительный метод измерения, т. е. при отклонении стрелки отсчетного устройства от «0» вправо измеряемый размер будет меньше номинального, а при отклонении влево – больше номинального размера.

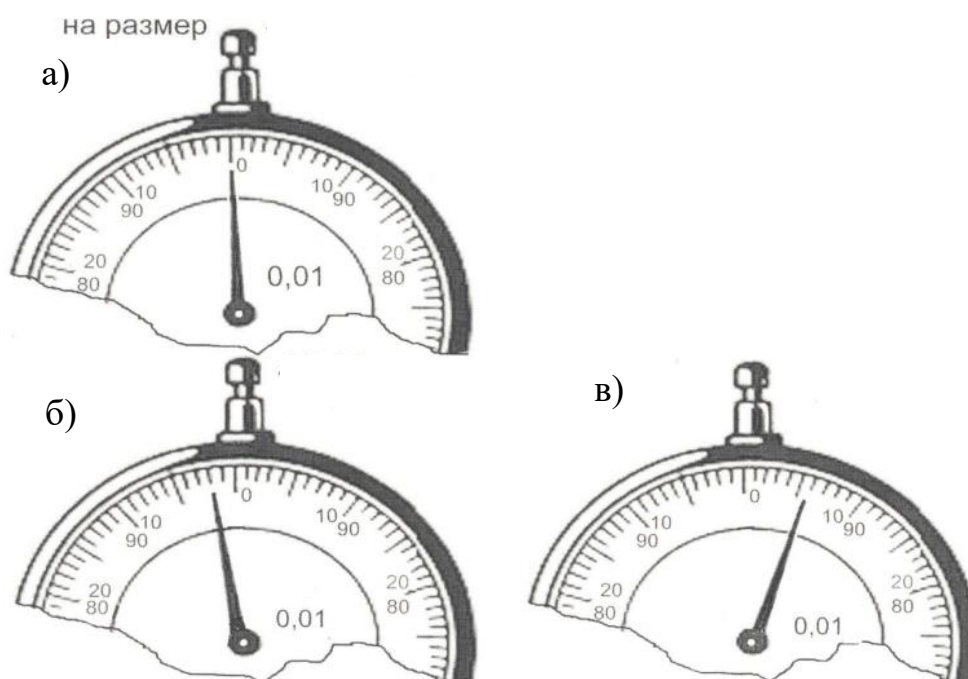


Рисунок 4 – Схема нахождения размера при измерении рычажной скобой ценой деления 0,01 миллиметра для номинального размера 25 мм

На рисунке 4а представлены показания рычажной скобой при ее настройке по блоку мер длины (на ноль), на рисунках 4б и 4в показания прибора при измерении. Например, на рисунке 4б стрелка средства измерения ушла влево на 2 деления и, следовательно, измеренный размер будет равен $25 + 2 \cdot 0,01 = 25,02$ мм, а для рисунка 4в, на котором стрелка прибора ушла вправо на 6 делений: $25 - 6 \cdot 0,01 = 24,94$ мм.

4. Миниметр (рисунок 5) предназначен для относительных измерений охватываемых поверхностей.

Настройка и правила определения размера миниметром очень сходны с этими же этапами для рычажной скобы. То есть прибор вначале настраивается на ноль при помощи передачи винт-гайка колонки и кронштейна (грубая настройка) и арретира (точная настройка) согласно блоку концевых мер длины. Порядок измерения и определение результата измерения такой же, как и для описанной выше рычажной скобы.

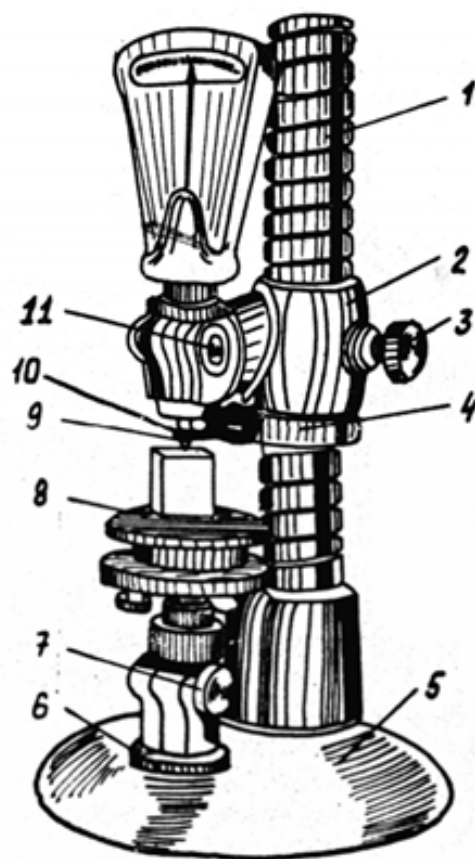


Рисунок 5 – Миниметр со стойкой: 1 – колонка; 2 – кронштейн; 3 – стопорный винт кронштейна; 4 – кольцо; 5 – основание; 6 – гайка; 7 – стопорный винт столика; 8 – столик; 9 – измерительный наконечник; 10 – арретир; 11 – винт крепления миниметра

ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ.

1. На основании выданных преподавателем объекта (втулка, рисунок 6) и средств измерений заполнить необходимые столбцы таблицы 1.

2. Измерить с помощью выданных средств измерений действительный размер физической величины и занести в таблицу 1.

При измерении размера $\varnothing 25$ получены следующие результаты:

- штангенциркуль ШЦ-12 $X_{ИЗМ1} = 24,9 \text{ мм}$;
- штангенциркуль ШЦ-15 $X_{ИЗМ2} = 24,85 \text{ мм}$;
- микрометр МК-25 $X_{ИЗМ3} = 24,86 \text{ мм}$;
- рычажная скоба СР-50 $X_{ИЗМ4} = 24,888 \text{ мм}$;

- миниметр 200 $X_{ИЗМ} = 24,886$ мм.

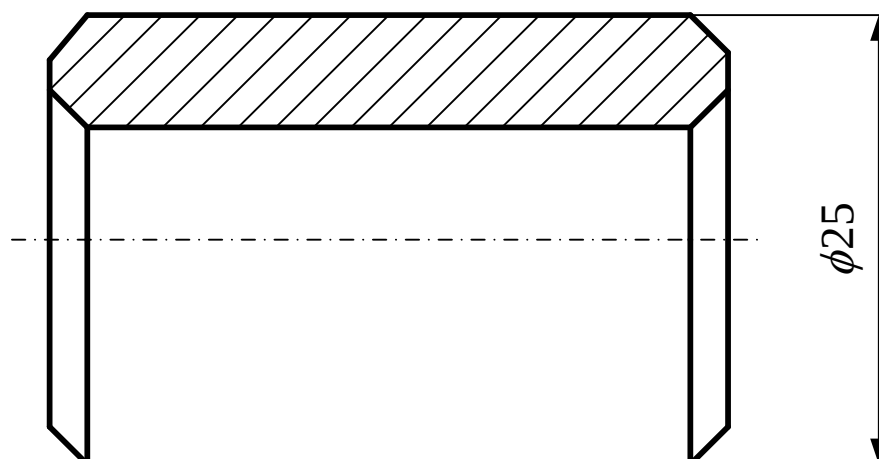


Рисунок 6 – Деталь втулка

Таблица 1 – Форма отчета

Наименование средства измерения	Цена деления, мм	Диапазон измерений, мм	Допускаемая погрешность измерений $[\Delta X]$, мм	Результат измерения, мм		Погрешность измерения ΔX , мм
				Заданный размер	Действительный размер	
Штангенциркуль ШЦ-12	0,1	0 – 120	$\pm 0,1$	25	24,9	0,05
Штангенциркуль ШЦ-15	0,05	0 – 150	$\pm 0,05$		24,85	– 0,01
Микрометр МК-25	0,01	0 – 25	$\pm 0,01$		24,86	– 0,028
Рычажная скоба СР-50	0,002	25 – 50	$\pm 0,002$		24,888	0,002
Миниметр 200	0,001	0 – 200	$\pm 0,001$		24,886	–

3. Определить погрешность измерения физической величины по формуле:

$$\Delta X = X_{ИЗМ} - X, \quad (1)$$

где $X_{ИЗМ}$ – значение размера, полученное при измерении (результат измерения);

X – истинное значение измеренной величины.

Погрешность измерений:

- штангенциркуля ШЦ-12:

$$\square X_1 = X_{ИЗМ1} - X_{ИЗМ2} = 24,9 - 24,85 = 0,05 \text{ мм};$$

- штангенциркуля ШЦ-15:

$$\square X_2 = X_{ИЗМ2} - X_{ИЗМ3} = 24,85 - 24,86 = -0,01 \text{ мм};$$

- микрометра МК-25:

$$\square X_3 = X_{ИЗМ3} - X_{ИЗМ4} = 24,86 - 24,888 = -0,028 \text{ мм};$$

- скобы рычажной СР-50:

$$\square X_4 = X_{ИЗМ4} - X_{ИЗМ5} = 24,888 - 24,886 = 0,002 \text{ мм}.$$

4. Сделать вывод о годности средства измерения по условию:

$$\Delta X \leq [\Delta X], \quad (2)$$

где $[\Delta X]$ – допускаемая погрешность средства измерения.

По результатам приведенного выше примера получаем:

- штангенциркуль ШЦ-12: $0,05 \leq 0,1$ – условие выполнено, средство измерения работоспособно;

- штангенциркуль ШЦ-15: $-0,05 \leq -0,01 \leq 0,05$ – условие выполнено, средство измерения работоспособно;

- микрометр МК-25: $-0,01 \leq -0,028 \leq 0,01$ – условие не выполнено.

Следовательно, необходимо данное средство измерения настроить и повторно провести измерение. Если это не приведет к выполнению условия 19.2, то микрометр МК-25 нужно отдать в ремонт;

- скоба рычажная СР-50: $0,002 \leq 0,002$ – условие выполнено, средство измерения работоспособно.

ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

1. Объект измерения – деталь.

2. Средства измерения: штангенциркуль ШЦ-12; штангенциркуль ШЦ-15; микрометр МК-25; рычажная скоба СР-50; миниметр 200.

УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

В ходе выполнения лабораторной работы студенту необходимо соблюдать общие правила техники безопасности при выполнении работ в учебной лаборатории.

ЗАДАНИЯ

Не предусмотрены.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет по лабораторной работе по содержанию и форме соответствует приведенному выше примеру.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Виды и назначение штангенинструментов.
2. Отсчетное устройство штангенинструментов.
3. Расчет нониуса штангенинструментов.
4. Основные метрологические характеристики штангенинструментов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Зябрева Н. Н., Перельман Е. И., Шегал М., Лабораторные занятия по курсу: «Основы взаимозаменяемости и технические измерения». – М.: Машиностроение, 1977. – 208 с.

2 Мягков Б. Д. Допуски и посадки: Справочник. – М.: Машиностроение, 1982. – 543 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ РАВНОТОЧНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

Цель работы: ознакомление с методикой статической оценки результатов измерений и приобретение навыков в обработке статических данных.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: знакомство с методиками обработки результатов измерений при помощи механизмов математической статистики.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: научиться применять методы обработки статических данных в реальных условиях.

Владения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: навыками использования средств измерений в реальных условиях и методик исследования, полученных результатов.

Формируемые компетенции: ОПК-1; ОПК-3

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Лабораторная работа проходит в следующей последовательности:

1. Измерить размеры физической величины заданных объектов. Полученную выборку представить в виде таблицы 1. Определить предельные значения выборки ($X_{\max}$, $X_{\min}$). Найти размах варьирования по формуле:

$$R = X_{\max} - X_{\min} . \quad (1)$$

Задаваясь числом интервалов ($K = 5 - 11$), определить величину интервала:

$$C = \frac{R}{K} . \quad (2)$$

2. Найти границы интервалов выборки можно следующим образом:

- границы 1 интервала – $X_{\min} \dots X_{\min} \pm C$;
- границы 2 интервала – $X_{\min} \dots X_{\min} \pm 2C$;

- границы k интервала – $X_{\min} \pm (k-1)C \dots X_{\min} \pm kC$.

В каждый интервал включаются размеры, лежащие в пределах от наименьшего значения интервала включительно до наибольшего значения интервала, исключая его. В таблице 2 при помощи черточек сделать подсчет частот по интервалам.

3. Составить таблицу 3 (эмпирическое распределение X) и построить эмпирическую кривую распределения в координатах «середина интервала-частость» (рисунок 1). Значения середин интервалов и частостей находятся по формулам 20.3 и 20.4 соответственно.

$$X_i = \frac{X_{i\max} + X_{i\min}}{2}, \quad (3)$$

$$m_i = \frac{f}{n}, \quad (4)$$

где n – общее число наблюдаемых значений случайной величины.

4. Для вычисления статистических характеристик распределения предварительно заполнить вспомогательную таблицу 4 для вычисления среднего арифметического $\bar{X}$ и среднего квадратического σ выборки.

5. Определить аргументы функции Лапласа по формулам:

$$Z_1 = \frac{H - \bar{X}}{\sigma}, \quad Z_2 = \frac{B - \bar{X}}{\sigma}. \quad (5)$$

где H и B – нижний и верхний пределы. Принимаем $H = X_{\min}$, $B = X_{\max}$.

6. Определить вероятность попадания результатов измерений в поле допускаемых значений физической величины (значения $\Phi(z)$ находятся по таблице 2) по формуле:

$$P(x_{\max} < x < x_{\min}) = \Phi(z_2) - \Phi(z_1), \quad (6)$$

где $\Phi(-z) = -\Phi(z)$.

7. Сделать вывод.

Таблица 1 – Отклонения от номинального размера измеренных деталей

-0,07	-0,03	-0,04	-0,08	-0,03	-0,08	-0,09	-0,10	-0,10	-0,10
-0,13	-0,08	-0,06	-0,04	-0,04	-0,03	-0,04	-0,07	-0,11	-0,12
-0,03	-0,07	-0,08	-0,11	-0,05	-0,05	-0,07	-0,03	-0,09	-0,10
-0,05	-0,12	-0,07	-0,06	-0,08	-0,11	-0,08	-0,12	-0,03	-0,10
-0,11	-0,14	-0,13	-0,08	-0,12	-0,07	-0,09	-0,10	-0,11	-0,08
-0,08	-0,05	-0,11	-0,07	-0,05	-0,08	-0,10	-0,09	-0,09	-0,02
-0,06	-0,12	-0,05	-0,07	-0,11	-0,05	-0,09	-0,03	-0,11	-0,09
-0,11	-0,06	-0,07	-0,06	-0,06	-0,12	-0,10	-0,08	-0,09	-0,01
-0,05	-0,07	-0,06	-0,05	-0,08	-0,09	-0,14	-0,09	-0,08	-0,09
-0,07	-0,06	-0,06	-0,12	-0,05	-0,03	-0,10	-0,09	-0,09	-0,08

Таблица 2 – Значения интегральной функции вероятности $\Phi(z)$

z	$\Phi(z)$	z	$\Phi(z)$	z	$\Phi(z)$	z	$\Phi(z)$
0,01	0,0040	0,31	0,1217	0,72	0,2642	1,80	0,4641
0,02	0,0080	0,32	0,1255	0,74	0,2703	1,85	0,4672
0,03	0,0120	0,33	0,1293	0,76	0,2764	1,90	0,4713
0,04	0,0160	0,34	0,1331	0,78	0,2823	1,95	0,4744
0,05	0,0199	0,35	0,11368	0,80	0,2881	2,00	0,4772
0,06	0,0239	0,36	0,1406	0,82	0,2939	2,10	0,4821
0,07	0,0279	0,37	0,1443	0,84	0,2995	2,20	0,4861
0,08	0,0319	0,38	0,1480	0,86	0,3051	2,30	0,4893
0,09	0,0359	0,39	0,1517	0,88	0,3106	2,40	0,4918
0,10	0,0398	0,40	0,1554	0,90	0,3159	2,50	0,4938
0,11	0,0438	0,41	0,1591	0,92	0,3212	2,60	0,4853
0,12	0,0472	0,42	0,1628	0,94	0,3264	2,70	0,4965
0,13	0,0517	0,43	0,1664	0,96	0,3315	2,80	0,4974
0,14	0,0557	0,44	0,1700	0,98	0,3365	2,90	0,4981
0,15	0,0596	0,45	0,1736	1,00	0,3413	3,00	0,49865
0,16	0,0636	0,46	0,1772	1,05	0,3531	3,20	0,49931
0,17	0,0675	0,47	0,1808	1,10	0,3643	3,40	0,49966
0,18	0,0714	0,48	0,1844	1,15	0,3749	3,60	0,49984
0,19	0,0753	0,49	0,1879	1,20	0,3849	3,80	0,499928
0,20	0,0793	0,50	0,1915	1,25	0,3944	4,00	0,499968
0,21	0,0832	0,52	0,1985	1,30	0,4032	4,10	0,499972
0,22	0,0871	0,54	0,2054	1,35	0,4115	4,20	0,499978
0,23	0,0910	0,56	0,2123	1,40	0,4192	4,30	0,499982
0,24	0,0948	0,58	0,2190	1,45	0,4265	4,40	0,499986
0,25	0,0987	0,60	0,2257	1,50	0,4332	4,50	0,499997
0,26	0,1020	0,62	0,2324	1,55	0,4394	4,60	0,4999976
0,27	0,1064	0,64	0,2389	1,60	0,4452	4,70	0,4999984
0,28	0,1103	0,66	0,2454	1,65	0,4505	4,80	0,4999988
0,29	0,1141	0,68	0,2517	1,70	0,4554	4,90	0,4999992

0,30	0,1179	0,70	0,2580	1,75	0,4599	5,00	0,4999997
------	--------	------	--------	------	--------	------	-----------

ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

1. При помощи микрометра (правила пользования приведены в теоретической части лабораторной работы № 1) путем измерений определим отклонения от номинального размера для заданных 100 деталей. Полученные результаты занесем в таблицу 1.

Находим $X_{max} = -0,01$;

$X_{min} = -0,14$.

Определяем размах варьирования (формула 1):

$$R = X_{max} - X_{min} = 0,13 \text{ мм.}$$

Определяем величину интервала (формула 2):

$$C = \frac{0,13}{7} = 0,02.$$

2. Определяем границы интервалов:

- границы 1-го интервала: $X_{min1} = -0,14$;

$$X_{max1} = X_{min1} + C = -0,14 + 0,02 = -0,12;$$

- границы 2-го интервала: $X_{min2} = -0,12$;

$$X_{max2} = X_{min2} + C = -0,12 + 0,02 = -0,10;$$

- границы 3-го интервала: $X_{min3} = -0,10$;

$$X_{max3} = X_{min3} + C = -0,10 + 0,02 = -0,08;$$

- границы 4-го интервала: $X_{min4} = -0,08$;

$$X_{max4} = X_{min4} + C = -0,08 + 0,02 = -0,06;$$

- границы 5-го интервала: $X_{min5} = -0,06$;

$$X_{max5} = X_{min5} + C = -0,06 + 0,02 = -0,04;$$

- границы 6-го интервала: $X_{min6} = -0,04$;

$$X_{max6} = X_{min6} + C = -0,04 + 0,02 = -0,02;$$

- границы 7-го интервала принимаем $X_{\min 7} = -0,02$; $X_{\max 7} = 0$. На такое допущение можно пойти в связи с низкой плотностью результатов на границах выборки.

Заполняем таблицу 3 подсчета частот эмпирического распределения, т. е. определяем сколько результатов попадает в каждый из полученных интервалов.

Таблица 3 – Подсчет частот эмпирического распределения

Интервалы		Подсчет частот f_i	Частота f_i
от	до		
-0,14	-0,12	III	3
-0,12	-0,10	IIIIIIIIII	16
-0,10	-0,08	IIIIIIIIIIIIIIII	22
-0,08	-0,06	IIIIIIIIIIIIIIIIII	25
-0,06	-0,04	IIIIIIIIIIII	19
-0,04	-0,02	IIIIIIII	13
-0,02	0	II	2
			$\sum f_i = 100$

Таблица 4 – Эмпирическое распределение

Интервалы		Середина интервала X_i	Частота f_i	Частость m_i
От	До			
-0,14	-0,12	-0,13	3	0,03
-0,12	-0,10	-0,11	16	0,16
-0,10	-0,08	-0,09	22	0,22
-0,08	-0,06	-0,07	25	0,25
-0,06	-0,04	-0,05	19	0,19
-0,04	-0,02	-0,03	13	0,13
-0,02	0	-0,01	2	0,02
			$\sum f_i = 100$	$\sum m_i = 1,0$

3. Составляем вспомогательную таблицу 4, для которой середина интервала X_i определяется по формуле 3, а частость m_i определяется по формуле 4.

По полученным значениям таблицы 4 (середина интервала и частость) строим эмпирическую кривую распределения в произвольно выбранном масштабе.



Рисунок 1 – Эмпирическая кривая распределения заданной выборки

Таблица 5 – Определение среднего арифметического $\bar{X}$ и среднего квадратического σ значений выборки

Середина интервала	Частость m_i	$X_i \cdot m_i$	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$	$m_i(X_i - \bar{X})^2$
-0,13	0,03	-0,0039	0,058	0,0033	0,000099
-0,11	0,16	-0,0176	0,038	0,0014	0,00022
-0,09	0,22	-0,0198	0,018	0,0003	0,00006
-0,07	0,25	-0,0178	-0,002	0,000004	0,000001
-0,05	0,19	-0,0095	-0,022	0,0005	0,000095
-0,03	0,13	-0,0039	-0,042	0,0017	0,00022
-0,01	0,03	-0,0003	-0,062	0,0038	0,00011
$\Sigma = -0,0725$					$\Sigma = 0,000784$

4. По полученным ранее результатам (середина интервала, частость) заполняем вспомогательную таблицу 5 для определения среднего арифметического $\bar{X}$ и среднего квадратического σ значений результатов выборки, которые определяются соответственно как суммы третьего и шестого столбца:

$$\bar{X} = \sum X_i m_i = -0,0725;$$

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left[m_i (X_i - \bar{X})^2 \right]} = \sqrt{0,000784} = 0,028.$$

5. Определяем аргументы функции Лапласа по формулам 5:

$$Z_1 = \frac{H - \bar{X}}{\sigma} = \frac{X_{\min} - \bar{X}}{\sigma} = \frac{-0,14 - (-0,0725)}{0,028} = -2,41;$$

$$Z_2 = \frac{B - \bar{X}}{\sigma} = \frac{X_{\max} - \bar{X}}{\sigma} = \frac{-0,01 - (-0,0725)}{0,028} = 2,23.$$

6. Предварительно находим значения функции Лапласа из таблицы 2:

$$\Phi(z_1) = \Phi(-2,41) = -0,4918;$$

$$\Phi(z_2) = \Phi(2,23) = 0,4861.$$

Определяем вероятность попадания результатов измерений в границы полученной при измерениях выборки по формуле 6:

$$P(x_{\min} < x < x_{\max}) = \Phi(z_2) - \Phi(z_1) = \Phi(2,23) - \Phi(-2,41) = \Phi(2,23) + \Phi(2,41) = 0,4861 + 0,4918 = 0,9779.$$

7. Таким образом, вероятность получения размеров в пределах границ выборки составляет 97,79 %.

ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

1. Объект измерения – 100 аналогичных деталей.
2. Средства измерения: микрометр или рычажная скоба.

УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

В ходе проведения лабораторной работы студент должен соблюдать общие правила техники безопасности при выполнении работ в учебных лабораториях.

ЗАДАНИЯ

Не предусмотрены.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет по лабораторной работе по содержанию и форме соответствует приведенному выше примеру.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Конструкция и принцип работы миниметра.
2. Характеристика групп погрешностей изготовления.
3. Характеристики распределения случайных величин.
4. Вероятность получения значений случайной погрешности в заданных пределах.
5. Как определить вероятность получения размеров в пределах границ выборки?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Зябрева Н. Н., Перельман Е. И., Шегал М., Лабораторные занятия по курсу: «Основы взаимозаменяемости и технические измерения». – М.: Машиностроение, 1977. – 208 с.
- 2 Мягков Б. Д. Допуски и посадки: Справочник. – М.: Машиностроение, 1982. – 543 с.
3. Якушев А. И. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения. – М.: Машиностроение, 1987. – 352 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

ПРОВЕРКА ГОДНОСТИ ИЗДЕЛИЯ ПО РАЗМЕРУ ФИЗИЧЕСКОЙ ВЕЛИЧИНЫ

Цель работы: изучить понятия и методику оценки годности изделия по размеру физической величины.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: понятие о современном подходе к оценке годности изделия по отдельному конструктивному параметру.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: пользоваться справочной литературой, чертить схемы распределения параметров.

Владения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: основными понятиями и определениями международной системы «Допусков и посадок».

Формируемые компетенции: ОПК-1; ОПК-3

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Лабораторная работа проводится в следующей последовательности:

1. Сделать эскиз заданной преподавателем детали.
2. Измерить заданные размеры при помощи штангенциркуля и нанести их на эскиз.

3. Найти значения предельных отклонений: es , ei [2] по условиям, заданным преподавателем.

4. По найденным номинальному размеру ($P_{ном}$) и предельным отклонениям (es , ei) определить предельные размеры физической величины (максимальный, минимальный):

$$P_{\max} = P_{ном} + es; P_{\min} = P_{ном} + ei, \quad (1)$$

5. При помощи микрометра найти действительный размер физической величины P_{ϕ} .

6. Сделать заключение о годности размера физической величины согласно условию:

$$P_{\min} \leq P_{\phi} \leq P_{\max}, \quad (2)$$

где P_{ϕ} – действительный размер физической величины.

Полученные результаты занести в таблицу 21.1.

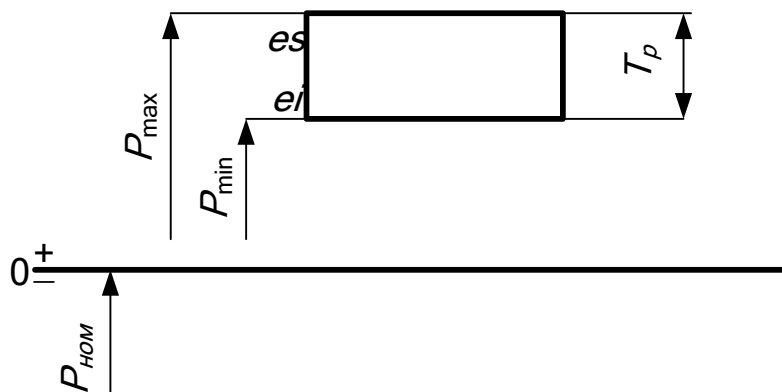


Рисунок 1 – Схема поля допуска размера физической величины

7. Определить допуск размера физической величины по формуле:

$$T_p = P_{\max} - P_{\min} = es - ei. \quad (3)$$

8. Построить схемы полей допусков размеров физической величины согласно полученным результатам (рисунок 1).

ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

1. На рисунке 2 сделан эскиз, выданной преподавателем детали.
2. Измеряем заданные размеры штангенциркулем и наносим их на эскиз 2.

3. Находим значения предельных отклонений es , ei :

- для $\varnothing 25h14$: $es = 0$; $ei = -0,52$ мм.;
- для $\varnothing 35a14$: $es = -0,31$ мм.; $ei = -0,93$ мм.;
- для $\varnothing 35h13$: $es = 0$; $ei = -0,39$ мм.;
- для $\varnothing 55js14$: $es = +0,37$ мм.; $ei = -0,37$ мм.

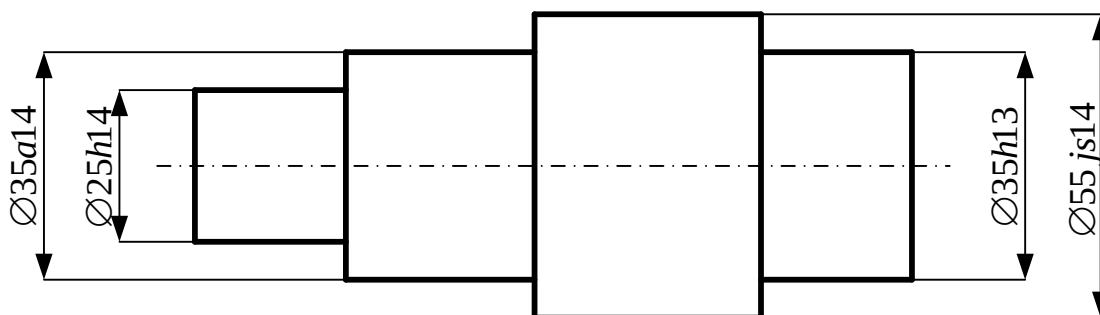


Рисунок 2 – Эскиз детали

4. Определяем предельные размеры (формулы 1):

- для $\varnothing 25h14$: $P_{\min} = 25 + (-0,52) = 24,48$ мм.; $P_{\max} = 25 + 0 = 25$ мм.;
- для $\varnothing 35a14$: $P_{\min} = 35 + (-0,93) = 34,07$ мм.; $P_{\max} = 35 + (-0,31) = 34,69$ мм.;
- для $\varnothing 35h13$: $P_{\min} = 35 + (-0,39) = 34,61$ мм.; $P_{\max} = 35 + 0 = 35$ мм.;
- для $\varnothing 55js14$: $P_{\min} = 55 + (-0,37) = 54,63$ мм.; $P_{\max} = 55 + 0,37 = 55,37$ мм.

5. Используя микрометр, определяем действительный размер физической величины P_ϕ .

6. Делаем заключение о годности размера физической величины по условию 2.

Полученные результаты заносим в таблицу 1.

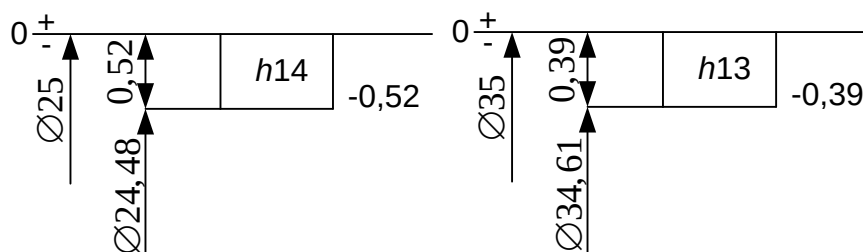
Таблица 1 – Форма отчета

Измеряемый размер	Предельные отклонения для размера, мм.		Предельные размеры, мм.		Действительный размер P_ϕ , мм	Заключение о годности размера
	es	ei	$P_{\max}$	$P_{\min}$		
$\phi 25h14$	0	- 0,52	25,0	24,48	24,86	Годен
$\phi 35a14$	- 0,31	- 0,93	34,69	34,07	34,72	Не годен. Исправимый брак
$\phi 35h13$	0	- 0,39	35,0	34,61	34,56	Не годен. Неисправимый брак
$\phi 55js14$	+ 0,37	- 0,37	55,37	54,63	55,02	Годен

7. Определяем допуски размеров по формуле 3:

- для $\phi 25h14$: $T_p = 25 - 24,48 = 0,52$ мм.;
- для $\phi 35a14$: $T_p = 34,69 - 34,07 = 0,62$ мм.;
- для $\phi 35h13$: $T_p = 35 - 34,61 = 0,39$ мм.;
- для $\phi 55js14$: $T_p = 55,37 - 54,63 = 0,74$ мм.

8. Построим схемы полей допусков согласно рисунку 2.



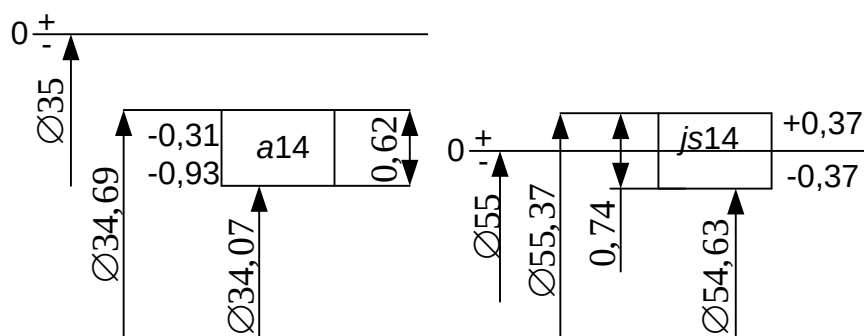


Рисунок 3 – Пример построения схем полей допусков

ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

1. Объект измерения – деталь.
2. Средства измерения: штангенциркуль, микрометр.

УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

В ходе проведения лабораторной работы студент должен соблюдать общие правила техники безопасности при выполнении работ в учебных лабораториях.

ЗАДАНИЯ

Не предусмотрены.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет по лабораторной работе по содержанию и форме соответствует приведенному выше примеру.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как определять предельные отклонения размеров?
2. Как определяются предельные размеры?
3. По какому условию делается заключение о годности размера?
4. Принцип построения полей допусков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Зябрева Н. Н., Перельман Е. И., Шегал М., Лабораторные занятия по курсу: «Основы взаимозаменяемости и технические измерения». – М.: Машиностроение, 1977. – 208 с.

2 Мягков Б. Д. Допуски и посадки: Справочник. – М.: Машиностроение, 1982. – 543 с.

3. Якушев А. И. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения. – М.: Машиностроение, 1987. – 352 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТЕЙ ВОЛЬТМЕТРОВ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ НАПРЯЖЕНИЯ ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ

Цель работы: произвести измерения напряжений источника питания стрелочным и цифровым вольтметром и оценить их погрешности измерений.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: понятие абсолютных, относительных и приведенных погрешностей средств измерений.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: производить расчет погрешностей измерительных инструментов.

Владения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: делать выводы о готовности средств измерений к практическому использованию.

Формируемые компетенции: ОПК-1; ОПК-3

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Комплект учебно-лабораторного оборудования «Установка для формирования и измерения электрических величин» (далее стенд) позволяет изучать средства и методы измерения электрических величин (сопротивления, напряжения, силы тока) и предназначен для приобретения навыков при получении результатов многократных электрических измерений и их оценки на основе нулевого метода и метода непосредственной оценки.

Порядок выполнения лабораторной работы:

1. Проверить исходное состояние стенда:

- клавишный выключатель «ВКЛ» в состоянии отключено;
- тумблеры S1, S2, S3 и S4 в среднем положении;
- переключатель «СХЕМА ИЗМЕРЕНИЯ» в положении 1;
- переключатель «ТОЧКИ ИЗМЕРЕНИЯ» в положении А;
- переключатели U_x , I_x , R_x , R_{x1} и R_{x2} в положении 0;
- регулятор «НАПРЯЖЕНИЕ ИСТОЧНИКА» - «ГРУБО» в крайнем левом положении (т.е. повернут против часовой стрелки);
- переключатель режимов измерения на мультиметре в положении 200V.

Остальные регуляторы в произвольном положении.



Рисунок 1 – Установка для формирования и измерения электрических величин

2. Измерение напряжений источника питания стрелочным и цифровым вольтметрами:

- включить стенд, нажав на клавишный выключатель «ВКЛ»;
- тумблер S2 переключить в левое положение, тумблер S1 в правое положение;
- включить мультиметр нажатием кнопки «ON-OFF»;

- проверить светодиодные индикаторы. Должны гореть два индикатора «схема №1» и « U_C »;

- с помощью потенциометров «ГРУБО» и «ТОЧНО» (НАПРЯЖЕНИЕ ИСТОЧНИКА) установить напряжение на стрелочном вольтметре в соответствии с таблицей 1. Установив нужное значение на стрелочном вольтметре, запишите значение напряжения на мультиметре в таблицу 1.

3. Определить абсолютную погрешность для всех измерений:

$$\Delta = |U_M - U_C|, \quad (1)$$

где U_M -- показание мультиметра, В;

U_C – показание стрелочного вольтметра, В.

4. Рассчитать относительную погрешность δ для всех измерений:

$$\delta = \frac{\Delta}{U_M} 100\% = \frac{|U_M - U_C|}{U_M} 100\%, \quad (2)$$

где Δ – значение абсолютной погрешности, В.

5. Найти приведенную погрешность γ для всех измерений:

$$\gamma = \frac{U_M}{U_B} 100\% \quad (3)$$

где U_B – предельное значение шкалы прибора, $U_B = 30$ В при 1-ом классе точности.

Все полученные значения записать в таблицу 1.

ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ.

1. Проверили исходное состояние стенда.
2. Измерили напряжения источника питания стрелочным и цифровым вольтметрами и полученные данные занесли в таблицу 1.
3. – 5. По формулам 1 – 3 определим значения Δ , δ , γ .

Таблица 22.1 – Протокол измерений напряжений

Показания стрелочного вольтметра U_C , В	29,0	25,0	21,0	17,0	13,0	9,0	5,0
Показания цифрового	29,1	24,93	20,96	17,07	13,06	9,03	5,02

вольтметра U_M , В							
Абсолютная погрешность Δ , В	0,1	0,07	0,04	0,07	0,06	0,03	0,02
Относительная погрешность δ , %	0,3	0,3	0,2	0,4	0,5	0,3	0,4
Приведенная погрешность γ , %	97	83	70	57	44	30	17

ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

Комплект учебно-лабораторного оборудования «Установка для формирования и измерения электрических величин».

УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

1. Включайте источники питания стенда только после проверки цепи преподавателем.
2. Запрещается вытаскивание проводов из гнезд мультиметра, а также запрещена перекоммутация этих проводов.
3. Перед включением лабораторного стенда в сеть 220 В убедитесь, что тумблер включения находится в положении «ВЫКЛ.».

ЗАДАНИЯ

Не предусмотрены.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет по лабораторной работе по содержанию и форме соответствует приведенному выше примеру.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1 Как определяется абсолютная погрешность?
- 2 Как определяется относительная погрешность?
- 3 Как определяется приведённая погрешность?
- 4 Назначение мультиметра.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Зябрева Н. Н., Перельман Е. И., Шегал М., Лабораторные занятия по курсу: «Основы взаимозаменяемости и технические измерения». – М.: Машиностроение, 1977. – 208 с.

2 Мягков Б. Д. Допуски и посадки: Справочник. – М.: Машиностроение, 1982. – 543 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5
ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЙ НУЛЕВЫМ МЕТОДОМ.
СПОСОБ ПРОТИВОПОСТАВЛЕНИЯ

Цель работы: научиться методике измерения сопротивлений способом противопоставления.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: понятие о назначении и области применения способа противопоставления.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: проводить измерения электрического сопротивления, анализировать полученные результаты.

Владения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: методикой измерения и обработки результатов измерений нулевым методом.

Формируемые компетенции: ОПК-1; ОПК-3

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Для выполнения работы используется комплект учебно-лабораторного оборудования «Установка для формирования и измерения электрических величин».

Порядок проведения измерений:

1. Привести стенд в исходное состояние (лабораторная работа № 4).
2. Включить стенд, нажав на клавишный выключатель «ВКЛ».

3. Переключатель «СХЕМА ИЗМЕРЕНИЯ» установить в положение 1.
4. Тумблер $S1$, $S2$ установить в левое положение, тумблер $S4$ – в правое положение, тумблер $S3$ – в любое положение.
5. Установить переключатель «ТОЧКИ ИЗМЕРЕНИЯ» в положение A .
6. Установить переключатель на мультиметре в положение $V = 200$. Включить мультиметр нажатием кнопки «ON-OFF».
7. С помощью потенциометров «ГРУБО» и «ТОЧНО» («НАПРЯЖЕНИЕ ИСТОЧНИКА») установить напряжение на мультиметре равный 29В.
8. Переключатель «СХЕМА ИЗМЕРЕНИЯ» установить в положение 6.
9. Установить переключатель «ТОЧКИ ИЗМЕРЕНИЯ» в положение K , а переключатель $Rx2$ в положение 0.
10. Проверить светодиодные индикаторы. Должны гореть два индикатора: «схема №6» и « V » справа.
11. В этой схеме (см. переднюю панель стенда) резисторы Rh и $Rx2$ и 2 резистора Rk являются элементами измерительного моста, причём резисторы Rk одинаковы по номиналу и подобраны с высокой точностью.
12. Определить номинал резистора $Rx2$. Для этого необходимо сбалансировать мост таким образом, чтобы сопротивление Rh стало равным сопротивлению $Rx2$, в этом случае напряжение между точками $K-K$ будет равно нулю. Момент наступления баланса схемы определяется с помощью цифрового вольтметра, подключенного в диагональ моста (точки $K-K$).
13. После подготовки стенда согласно пп.1 – 9 путём вращения ручек переменных многооборотных резисторов «ГРУБО» и «ТОЧНО» (Rh) добейтесь установки нуля или минимального значения на мультиметре. При уменьшении значения переключите шкалу цифрового вольтметра на более чувствительное значение (т. е. 20V, затем 2V).
14. После того, как установилось нулевое (или близкое к нулю) значение, установить переключатель $S4$ в левое положение. Эта операция (т.

е. переключение S_4 в левое положение) производит противопоставление резистора R_{x2} на резистор R_h . Если после переключения S_4 появилось небольшое значение напряжения на мультиметре, то это означает, что мостовая схема сбалансирована не полностью. Для полной балансировки необходимо последовательно переключать S_4 (вправо-влево) и подстраивать резистор R_h (только элементом «ТОЧНО») до тех пор пока минимальные показания разбаланса в обоих положениях переключателя S_4 примут одинаковое значение и близкое к нулю.

15. Переключатель «ТОЧКИ ИЗМЕРЕНИЯ» установить в положение H и произвести измерение сопротивления R_h , которое и равно значению определяемого сопротивления R_{x2} .

16. Записать значение резистора R_{x2} для положения переключателя 0 в таблицу 23.1.

17. Вернуть стенд в исходное состояние: установить переключатель S_4 в правое положение, а переключатель «ТОЧКИ ИЗМЕРЕНИЯ» в положение K . Переключатель на мультиметре установить в положение 200V.

18. Затем переключатель R_{x2} установить в положение 1 и повторить пункты 11 – 14.

19. Повторить пункты 11 – 15 для всех положений переключателя R_{x2} , (т.е. для положений 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 и 9). Поочерёдно произвести запись показаний цифрового мультиметра для каждого положения переключателя R_{x2} в таблицу 23.1.

20. Повторить все предыдущие операции для повторных замеров $R_0...R_9$ и заполнить второй ряд значений в таблицу 1.

21. При проведении эксперимента (после установки баланса в схеме) с помощью ручки «ГРУБО» (НАПРЯЖЕНИЕ ИСТОЧНИКА) изменять напряжение от 29 В до 5 В и наоборот. Убедиться в том, что при нулевом методе измерений, влияние напряжения источника питания на замеры практически отсутствует, что является одним из важнейших достоинств

этого метода. Следует отметить, что способ противопоставления является наиболее высокоточным, поскольку он позволяет устранить погрешность разбалансировки измерительного моста.

22. Выключить мультиметр нажатием кнопки «ON-OFF». Выключить клавишным выключателем «ВКЛ».

23. Вычислите погрешность измерения и заполните таблицу 1.

	R_0	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	R_6	R_7	R_8	R_9
Сопротивление ($R_0...R_9$), Ом										
Сопротивление ($R_0...R_9$), Ом										
Абсолютная погрешность Δ , Ом										

Таблица 1 – Результаты измерений

ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

Комплект учебно-лабораторного оборудования «Установка для формирования и измерения электрических величин».

УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

1. Запрещается без разрешения преподавателя включать лабораторные стенды в сеть 220 В и подавать напряжение на схему.

2. Запрещается перемещать лабораторные стенды с одного стола на другой или вскрывать их.

3. По всем возникающим вопросам студентам следует обращаться к преподавателю или лаборанту. За порчу оборудования студенты несут материальную ответственность.

ЗАДАНИЯ

Не предусмотрены.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет по лабораторной работе по содержанию и форме соответствует приведенному выше примеру.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1 Сущность нулевого метода.
- 2 Отличие нулевого метода от дифференцированного
- 3 Область применения нулевого метода.
- 4 Измерение сопротивления мультиметром.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Зябрева Н. Н., Перельман Е. И., Шегал М., Лабораторные занятия по курсу: «Основы взаимозаменяемости и технические измерения». – М.: Машиностроение, 1977. – 208 с.
- 2 Мягков Б. Д. Допуски и посадки: Справочник. – М.: Машиностроение, 1982. – 543 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

ПРОВЕРКА ГИПОТЕЗЫ О ВОСПРОИЗВОДИМОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ ДАВЛЕНИЯ МАНОМЕТРАМИ С ПОМОЩЬЮ КРИТЕРИЯ КОЧРЕНА

Цель работы: изучение стрелочного манометра, его принципа действия, определение относительной погрешности измерения при разных уровнях давления, изучение оценки воспроизводимости результатов измерений с помощью критерия Кочрена.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: изучение различных типов манометров и методик обеспечения единства единиц физических величин.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: измерять результаты при использовании приборов с разным принципом действия.

Владения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: методикой качественной и количественной оценок неравноточных измерений с помощью критерия Кочрена.

Формируемые компетенции: ОПК-1; ОПК-3

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Комплект учебно-лабораторного оборудования «Приборы и методы измерения давления» (ПМИД-СР) выполнен в настольном исполнении. Комплект учебного оборудования включает следующие элементы:

1. Цифровое реле давления с цифровой индикацией давления в ресивере, с возможностью регулировки предельных значений давления: минимального значения (PO), при котором произойдет включение компрессора и его максимального значения (PI), которое приведет к автоматическому выключению компрессора (PD) (рисунок 1).
2. Ресивер (находится внутри корпуса установки).
3. Распределитель (P) с ручным приводом структуры, который предназначен для распределения потока газа в систему измерительных элементов и отвода давления из системы в атмосферу (рисунок 1).
4. Регулятор давления (PII), оснащенный фильтром и манометром (класс точности манометра 1,6). Предназначен для регулировки давления в системе установки (рисунок 1).
5. Датчик давления с аналоговым выходом $PII1$ (рисунок 1).
6. Датчик давления с цифровой индикацией $PII2$ (рисунок 1).
7. Манометр класса точности 1,5 $MH1$ (рисунок 1).
8. Манометр образцовый класса точности 0,4 $MH2$ (рисунок 1).



Рисунок 1 – Схема лабораторной установки

Последовательность выполнения работы:

1. Подключить розетку установки в сеть 220 В.
2. Установить кнопку включения в положение «ВКЛ».
3. Включить переключателем компрессор.
4. При помощи кнопок реле давления «–» и «+» установить заданную величину (например 300 кПа).
5. Переместить тумблер в положение «В систему» и подождать набора заданного давления.

Работать с оборудованием может группа студентов, состоящая из 2 – 5 человек.



Рисунок 2 – Внешний вид комплекта учебно-лабораторного оборудования «Приборы и методы измерения давления» (ПМИД-СР)

6. Снять результаты измерений пяти манометров и занести в таблицу 1:

- реле давления (РД), кПа;
- регулятор потока (РП) имеет две шкалы в единицах – бар и psi (фунт на квадратный дюйм). Результат определяется в барах и затем переводится в паскали: $1,0 \text{ бар} = 100 \text{ кПа}$;
- датчик давления с цифровой индикацией (А2), бар (переводим бары в паскали);
- манометр (МН-1) измеряет давление в единицах: кгс/см^2 . Переводим, полученный результат, в паскали: $1,0 \text{ кгс/см}^2 = 98 \text{ кПа}$;
- манометр образцовый (МН-2) показывает давление в приведенных единицах, т. е. весь диапазон шкалы МН-2 (250 делений) равен 6 бар или 600 кПа. На основании вышеизложенных данных составляется зависимость и результат переводится в паскали.

7. Выключить прибор, следуя описанным действиям в обратном порядке.

8. Повторить действия описанные в пунктах 1 – 6 и получить результаты измерения давления на 2-ом стенде (в паскалях).

Полученные результаты занести в таблицу 2.

Последовательность обработки полученных результатов измерений с целью оценки воспроизводимости результатов измерений с помощью критерия Кочрена:

1. Студент должен уметь определять среднее арифметическое значение функции отклика для каждой серии параллельных опытов:

$$\bar{y}_i = \frac{1}{k} \cdot \sum_{j=1}^k y_{ji}, \quad (1)$$

где j – номер серии;

i – номер опыта в серии;

k – число параллельных опытов.

2. Рассчитать оценки дисперсий для всех серий опытов, пользуясь формулой:

$$S_j^2 = \frac{1}{k-1} \cdot \sum_{i=1}^k (y_{ji} - \bar{y}_i)^2. \quad (2)$$

3. Для проверки нулевой гипотезы о принадлежности двух выборочных дисперсий одной генеральной совокупности (их однородности), а, следовательно, и равноточности серий измерений (показатель воспроизводимости опытов в эксперименте) используется критерий Кочрена

Для проверки гипотезы с помощью критерия Кочрена необходимы результаты нескольких серий параллельных опытов. В каждой из них количество опытов должно быть одинаково. Обычно число серий не велико – $2 \div 3$. Количество опытов в серии также может быть небольшим – $2 \div 5$.

Расчетное значение критерия Кочрена представляет собой отношение наибольшей из оценок дисперсий к сумме всех найденных оценок дисперсий:

$$G_p = \frac{\max S_j^2}{\sum_{j=1}^N S_j^2}. \quad (3)$$

1. Найти критическое значение критерия Кочрена G в таблице 1.

Гипотезу о воспроизводимости опытов принимают, если выполнено условие:

$$G_p \leq G. \quad (4)$$

В этом случае оценки дисперсий всех серий проведенных опытов считаются однородными, т. е. принадлежащими к одной генеральной совокупности.

ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.

В результате измерения давления на стенде были получены следующие результаты:

1. Реле давления ($PД$): 1-ый стенд – 288 кПа; 2-ой стенд – 289 кПа.
2. Регулятор потока ($РП$): 1-ый стенд – 3,0 Бар = 300 кПа; 2-ой стенд – 2,9 Бар = 290 кПа.
3. Датчик давления с цифровой индикацией ($A2$): 1-ый стенд – 3,1 Бар = 310 кПа; 2-ой стенд – 3,0 Бар = 300 кПа.
4. Манометр ($MН-1$): 1-ый стенд – $3,1 \text{ кгс/см}^2 = 3,1 \cdot 98 = 304 \text{ кПа}$; 2-ой стенд – $3,0 \text{ кгс/см}^2 = 3,0 \cdot 98 = 294 \text{ кПа}$.
5. Манометр образцовый ($MН-2$): 1-ый стенд – 128 делений (т. к. известно, что 250 делений – 6,0 Бар, то 128 делений будет равно: $\frac{128 \cdot 6}{250} = 3,07$ Бар = 307 кПа), 2-ой стенд – 124 деления = $\frac{124 \cdot 6}{250} = 2,98$ Бар = 298 кПа.

Занесем полученные в паскалях результаты в таблицу 2.

Таблица 1 – Критические точки распределения Кочрена при уровне значимости $q = 0,05$

N	f						
	1	2	3	4	5	6	7
2	0,9985	0,9750	0,9392	0,9057	0,8772	0,8534	0,8332

3	0,9669	0,8709	0,7977	0,7457	0,7071	0,6771	0,6530
4	0,9065	0,7679	0,6841	0,6287	0,5895	0,5598	0,5365
5	0,8412	0,6338	0,5981	0,5440	0,5063	0,4783	0,4564
6	0,7808	0,6161	0,5321	0,4803	0,4447	0,4184	0,3980
7	0,7271	0,5612	0,4800	0,4307	0,3974	0,3726	0,3535
8	0,6798	0,5157	0,4377	0,3910	0,3595	0,3362	0,3185
9	0,6385	0,4775	0,4027	0,3584	0,3286	0,3067	0,2901
10	0,6020	0,4450	0,3733	0,3311	0,3029	0,2823	0,2666
12	0,5410	0,3924	0,3624	0,2880	0,2624	0,2439	0,2299

Таблица 2 – Экспериментальные и расчетные данные для проверки гипотезы о воспроизводимости опытов (для уровня значимости $q = 0,05$)

№ стенда	Реле давления РД, кПа	Регулятор потока РП, кПа	Датчик давления с цифровой индикацией А2, кПа	Манометр МН-1, кПа	Манометр образцовый МН-2, кПа
1	288	300	310	304	307
2	289	290	300	294	298

Проведем проверку гипотезы о воспроизводимости результатов измерений при помощи критерия Кочрена.

1. Вычислим средние арифметические значения для каждой выборки:

$$\bar{y}_1 = \frac{288+300+310+304+307}{5} = 302;$$

$$\bar{y}_2 = \frac{289+290+300+294+298}{5} = 294.$$

2. Определим оценки дисперсий для каждой серии опытов по формуле (2):

$$S_1^2 = \frac{196 + 4 + 64 + 4 + 25}{5} = 59;$$

$$S_2^2 = \frac{25 + 16 + 36 + 0 + 16}{5} = 19.$$

3. Вычислим расчетное значение критерия Кочрена по формуле (3):

$$G_p = \frac{59}{59 + 19} = 0,76.$$

4. При уровне значимости $q = 0,05$, числе серий опытов $N = 5$ и числе степеней свободы $f_i = 4$ находим допустимое значение критерия Кочрена $G = 0,544$:

$G_p = 0,76 < G = 0,544$ – условие 26.4 не выполнено.

Следовательно, нельзя принять гипотезу о том, что опыты воспроизводимы.

ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

При выполнении лабораторной работы используются:

- 2 комплекта учебно-лабораторного оборудования «Приборы и методы измерения давления» (ПМИД-СР).

УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

1. При эксплуатации установки необходимо соблюдать «Правила технической эксплуатации электроустановок и потребителей» и «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок и потребителей».

Проверить отсутствие внешних повреждений элементов установки, тумблеров, переключателей и т. п.

2. При включении установки в сеть убедиться в том, что все кнопки панели управления находятся в положении выключено.

3. Убедиться в целостности крышек электророзеток, выключателей питания, электровилки и подводящего кабеля.

4. Установку эксплуатировать только в помещении без повышенной опасности по степени поражения электрическим током и температурой выше $15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

5. Установку включать только с разрешения преподавателя.

6. Соблюдать правила эксплуатации электротехнического оборудования, не подвергать его механическим ударам, не допускать падения.

ЗАДАНИЯ

Не предусмотрены.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет по лабораторной работе по содержанию и форме соответствует приведенному выше примеру.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1 Как определить среднее арифметическое?
- 2 Определение расчетного значения критерия Кочрена.
- 3 Критические точки распределения Кочрена.
- 4 Определение дисперсии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Зябрева Н. Н., Перельман Е. И., Шегал М., Лабораторные занятия по курсу: «Основы взаимозаменяемости и технические измерения». – М.: Машиностроение, 1977. – 208 с.

2 Мягков Б. Д. Допуски и посадки: Справочник. – М.: Машиностроение, 1982. – 543 с.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Северо-Кавказский федеральный университет»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по организации

самостоятельной работы студентов

по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация»

для студентов направления подготовки

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

(Направленность (профиль) «Автомобили и автомобильное хозяйство»)

Ставрополь 2023

В методических указаниях по самостоятельной работе студентов особое внимание уделено рекомендациям по изучению теоретического материала и правилам подготовки к собеседованию.

Составитель:

Старший преподаватель кафедры ТМиТО Землянушнов Н.А.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
Общая характеристика самостоятельной работы бакалавра по дисциплине	5
План-график выполнения самостоятельной работы	6
Методические рекомендации по изучению теоретического материала	8
Методические указания по подготовке к зачету	14
Вопросы к зачету	16
Литература	20

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы, прежде всего в связи с подписанием Болонской конвенции и вступлением России в международное образовательное сообщество, возрастает роль компетентностного подхода в подготовке бакалавров, который предусматривает переход от так называемой «знаниевой» парадигмы к системно-деятельностной. Возрастает роль самостоятельной работы студентов, и в связи с этим, особую значимость в практике современного образования приобретают формы и методы работы, которые стимулируют самостоятельность и творчество студентов.

Самостоятельная работа студентов – это планируемая учебная и научная работа, выполняемая по заданию преподавателя под его методическим и научным руководством. Это неотъемлемая составляющая образовательного процесса в высшем учебном заведении. Самостоятельная работа – это активные формы и методы обучения, это единство учебно-воспитательной и научно-производственной работы, это сотрудничество студента с преподавателем.

Самостоятельная работа может быть как аудиторной, так и внеаудиторной и включает: подготовку к аудиторным занятиям и выполнение соответствующих заданий; выполнение самостоятельных заданий в лабораторных практикумах и практических заданиях; работу над отдельными темами учебных дисциплин; выполнение контрольных и курсовых работ, написание рефератов; прохождение практик и выполнение предусмотренных ими заданий; подготовку ко всем видам контрольных испытаний; подготовку к итоговой аттестации и выполнение выпускной квалификационной работы; участие в научной и научно-методической работе, в научных и научно-практических конференциях, семинарах.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ БАКАЛАВРА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Цель освоения дисциплины – изучение основных понятий и приобретение практических навыков в области метрологии, стандартизации, сертификации; понимание роли метрологии, стандартизации, сертификации в обеспечении качества, безопасности и конкурентоспособности продукции, работ, услуг.

Задачи дисциплины:

- изучить теоретические основы метрологии, закономерности формирования результата измерений, источники возникновения погрешностей измерений;
- изучить параметры точности деталей, узлов и механизмов, стандартизацию параметров точности;
- изучить основы стандартизации, основные положения государственной системы стандартизации;
- познакомиться с основными целями и объектами сертификации, системами сертификации, сертификацией услуг и систем качества;
- изучить основы управления качеством продукции.

Цель самостоятельного решения задач - обучение творчески думать, самостоятельно разбираться в различных вопросах применения инструментов бережливого производства. Самостоятельное решение задач значительно повышает учебную активность обучающихся, возбуждает их интерес к решению задач, стимулирует творческую инициативу. Таким образом, повышается эффективность занятия. Самостоятельное решение задач развивает мыслительную деятельность. Не имея возможности копировать решение задачи с доски, обучающийся вынужден сам разбираться в решении задачи, а потому и лучше готовиться к занятиям. Самостоятельное решение математических и теоретических задач часто

сокращает время, необходимое для опроса обучающихся на занятиях, так как оценивать успехи учащихся в некоторых случаях можно и по итогам самостоятельного решения задач. Преподаватель получает возможность направлять индивидуальную работу студентов по решению задачи, предотвращать ошибки, указывать пути их исправления.

Цель самостоятельного изучения литературы: систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов; углубление и расширение теоретических знаний; формирование умений использовать нормативную, научную, справочную документацию и специальную литературу; развитие познавательных способностей и активности: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности; формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации; развитие исследовательских умений;

Цель подготовки к собеседованию - освоить материал, выносимый на самостоятельную работу студентов и предложенный преподавателем в соответствии с Государственными образовательными стандартами высшего профессионального образования по дисциплине "Метрология, стандартизация и сертификация". В ходе собеседования преподаватель ориентирует студента на успешную сдачу зачета.

ПЛАН-ГРАФИК ВЫПОЛНЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Очно-заочная форма обучения

Правильная организация самостоятельной работы и ее систематичность, позволяет развивать умения и навыки; проводить систематизацию полученных знаний, обеспечивать высокий уровень успеваемости в период обучения, получить навыки повышения профессионального уровня.

При самостоятельном изучении материалов по представленным темам следует придерживаться приведенного ниже графика:

№ п/п	Темы для самостоятельного изучения	Срок изучения материалов
1	Основы метрологии. Основные термины и определения.	2 неделя
2	Основные понятия о взаимозаменяемости и точности в автомобилестроении.	4 неделя
3	Единая система допусков и посадок	8 неделя
4	Систематические погрешности. Случайные погрешности	10 неделя
5	Единство измерений. Эталоны единиц физических величин	12 неделя
6	Средства измерений	14 неделя
7	Основы стандартизации	16 неделя
8	Основы сертификации	17 неделя

Для успешного освоения дисциплины, необходимо выполнить следующие виды самостоятельной работы, используя рекомендуемые источники информации

№ п/п	Виды самостоятельной работы	Рекомендуемые источники информации (№ источника)			
		Основная	Дополнительная	Методическая	Интернет-ресурсы
1	Подготовка к лабораторным работам	1, 2	1, 2	1, 2, 3	1, 2, 3
2	Самостоятельное изучение литературы	1, 2	1, 2	1, 2, 3	1, 2, 3
3	Подготовка к лекциям	1, 2	1, 2	1, 2, 3	1, 2, 3

Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Леонов, О. А. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник для вузов / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, В. В. Карпузов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 196 с. — ISBN 978-5-8114-9404-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/195442>

2. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник для вузов / И. А. Иванов, С. В. Урушев, Д. П. Кононов [и др.] ; Под редакцией И. А. Иванова и С. В. Урушева. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022.

— 356 с. — ISBN 978-5-507-44065-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/208667>

Дополнительная литература

1. Анцыферов, С. С. Метрология, стандартизация и сертификация : методические указания / С. С. Анцыферов, В. К. Иванов, К. Е. Русанов. — Москва : РТУ МИРЭА, 2021. — 50 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/218765>
2. Гущин, С. Н. Технические измерения : учебно-методическое пособие / С. Н. Гущин. — 3-е. — Киров : Вятская ГСХА, 2017. — 102 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/129608>

Методическая литература

1. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине "Метрология, стандартизация и сертификация": Направление подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов – рукопись.
2. Конспект лекций по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация»: Направление подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов – рукопись.
3. Методические указания для самостоятельной работы по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация»: Направление подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов – рукопись.

Интернет-ресурсы

1. [http:// biblioclub.ru/](http://biblioclub.ru/) Университетская библиотека онлайн.
2. <http://www.rsl.ru> – Российская государственная библиотека.
<http://uisrussia.msu.ru> Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

Самостоятельная работа с учебниками и книгами (а также самостоятельное теоретическое исследование проблем, обозначенных преподавателем на лекциях) – это важнейшее условие формирования у себя научного способа познания. Основные советы здесь можно свести к следующим:

- Составить перечень книг, с которыми Вам следует познакомиться; «не старайтесь запомнить все, что вам в ближайшее время не понадобится, – советует студенту и молодому ученому Г. Селье, – запомните только, где это можно отыскать» (Селье, 1987. С. 325).

- Такой перечень должен быть систематизированным.
- Обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге.
- Разобраться для себя, какие книги (или какие главы книг) следует прочитать более внимательно, а какие – просто просмотреть.

- При составлении перечней литературы следует посоветоваться с преподавателями и научными руководителями (или даже с более подготовленными и эрудированными сокурсниками), которые помогут Вам лучше сориентироваться, на что стоит обратить большее внимание, а на что вообще не стоит тратить время...

- Естественно, все прочитанные книги, учебники и статьи следует конспектировать, но это не означает, что надо конспектировать «все подряд»: можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц).

- Если книга – Ваша собственная, то допускается делать на полях книги краткие пометки или же в конце книги, на пустых страницах просто сделать свой «предметный указатель», где отмечаются наиболее интересные для Вас мысли и обязательно указываются страницы в тексте автора (это очень хороший совет, позволяющий экономить время и быстро находить «избранные» места в самых разных книгах).

- Если Вы раньше мало работали с научной литературой, то следует выработать в себе способность «воспринимать» сложные тексты; для этого лучший прием – научиться «читать медленно», когда Вам понятно каждое прочитанное слово (а если слово незнакомое, то либо с помощью словаря, либо с помощью преподавателя обязательно его узнать), и это может занять немалое время (у кого-то – до нескольких недель и даже месяцев); опыт

показывает, что после этого студент каким-то «чудом» начинает буквально заглатывать книги и чуть ли не видеть «сквозь обложку», стоящая это работа или нет...

- «Либо читайте, либо перелистывайте материал, но не пытайтесь читать быстро... Если текст меня интересует, то чтение, размышление и даже фантазирование по этому поводу сливаются в единый процесс, в то время как вынужденное скорочтение не только не способствует качеству чтения, но и не приносит чувства удовлетворения, которое мы получаем, размышляя о прочитанном», – советует Г. Селье (Селье, 1987. – С. 325-326).

- Есть еще один эффективный способ оптимизировать знакомство с научной литературой – следует увлечься какой-то идеей и все книги просматривать с точки зрения данной идеи. В этом случае молодой ученый будет как бы искать аргументы «за» или «против» интересующей его идеи, и одновременно он будет как бы общаться с авторами этих книг по поводу своих идей и размышлений... Проблема лишь в том, как найти «свою» идею...

Чтение научного текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации. От того на сколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия.

Выделяют **четыре основные установки в чтении научного текста:**

1. информационно-поисковый (задача – найти, выделить искомую информацию)
2. усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить как сами сведения излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений)
3. аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему)

4. творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

С наличием различных установок обращения к научному тексту связано существование и нескольких **видов чтения**:

1. библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;

2. просмотрное – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;

3. ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц, цель – познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;

4. изучающее – предполагает доскональное освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;

5. аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач.

Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым или в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Из всех рассмотренных видов чтения основным для студентов является изучающее – именно оно позволяет в работе с учебной литературой накапливать знания в различных областях. Вот почему именно этот вид чтения в рамках учебной деятельности должен быть освоен в первую очередь. Кроме того, при овладении данным видом чтения формируются основные приемы, повышающие эффективность работы с научным текстом.

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

1. Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения;
2. Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала;
3. Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала;
4. Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора;
5. Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного.

Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Методические рекомендации по составлению конспекта:

1. Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта;

2. Выделите главное, составьте план;
3. Кратко сформулируйте основные положения текста, отметьте аргументацию автора;
4. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно.
5. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли.

В тексте конспекта желательно приводить не только тезисные положения, но и их доказательства. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Овладение навыками конспектирования требует от аспиранта целеустремленности, повседневной самостоятельной работы.

Лабораторная работа.

Для того чтобы лабораторные работы приносили максимальную пользу, необходимо помнить, что работы проводятся по вычитанному на лекциях материалу и связаны, как правило, с детальным разбором отдельных вопросов лекционного курса. Следует подчеркнуть, что только после усвоения лекционного материала с определенной точки зрения (а именно с той, с которой он излагается на лекциях) он будет закрепляться на лабораторных работах как в результате обсуждения и анализа лекционного материала, так и с помощью решения проблемных ситуаций, задач. При этих условиях студент не только хорошо усвоит материал, но и научится

применять его на практике, а также получит дополнительный стимул (и это очень важно) для активной проработки лекции.

При самостоятельном решении задач в ходе подготовки к лабораторной работе нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса. Если студент видит несколько путей решения проблемы (задачи), то нужно сравнить их и выбрать самый рациональный. Полезно до начала вычислений составить краткий план решения проблемы (задачи). Отчеты по лабораторным работам при необходимости нужно сопровождать комментариями, схемами, чертежами и рисунками.

Самопроверка.

После изучения определенной темы по записям в конспекте и учебнику, а также решения достаточного количества соответствующих задач на практических занятиях и самостоятельно студенту рекомендуется, используя лист опорных сигналов, воспроизвести по памяти определения, выводы формул, формулировки основных положений и доказательств. В случае необходимости нужно еще раз внимательно разобраться в материале.

Иногда недостаточность усвоения того или иного вопроса выясняется только при изучении дальнейшего материала. В этом случае надо вернуться назад и повторить плохо усвоенный материал. Важный критерий усвоения теоретического материала - умение решать задачи или пройти тестирование по пройденному материалу. Однако следует помнить, что правильное решение задачи может получиться в результате применения механически заученных формул без понимания сущности теоретических положений.

Консультации

Если в процессе самостоятельной работы над изучением теоретического материала или при решении задач у студента возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удастся, необходимо обратиться к преподавателю для получения у него разъяснений или указаний. В своих вопросах студент должен четко выразить, в чем он испытывает затруднения, характер этого

затруднения. За консультацией следует обращаться и в случае, если возникнут сомнения в правильности ответов на вопросы самопроверки.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЗАЧЕТУ

Подготовка к зачету способствует закреплению, углублению и обобщению знаний, получаемых, в процессе обучения, а также применению их к решению практических задач. Готовясь к зачету, студент ликвидирует имеющиеся пробелы в знаниях, углубляет, систематизирует и упорядочивает свои знания. На зачете студент демонстрирует то, что он приобрел в процессе обучения по конкретной учебной дисциплине.

Требования к организации подготовки к зачету те же, что и при занятиях в течение семестра, но соблюдаться они должны более строго. Во-первых, очень важно соблюдение режима дня; сон не менее 8 часов в сутки, занятия заканчиваются не позднее, чем за 2-3 часа до сна. Оптимальное время занятий - утренние и дневные часы. В перерывах между занятиями рекомендуются прогулки на свежем воздухе, неустойчивые занятия спортом. Во-вторых, наличие хороших собственных конспектов лекций. Даже в том случае, если была пропущена какая-либо лекция, необходимо во время ее восстановить (переписать ее на кафедре), обдумать, снять возникшие вопросы для того, чтобы запоминание материала было осознанным. В-третьих, при подготовке к зачету должен быть хороший учебник или конспект литературы, прочитанной по указанию преподавателя в течение семестра.

Вначале следует просмотреть весь материал по сдаваемой дисциплине, отметить для себя трудные вопросы. Обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения, используя при этом листы опорных сигналов.

Систематическая подготовка к занятиям в течение семестра позволит использовать время сессии для систематизации знаний.

Правила подготовки к зачету для студентов:

- Лучше сразу сориентироваться во всем материале и обязательно расположить весь материал согласно вопросам. Эта работа может занять много времени, но все остальное – это уже технические детали (главное – это ориентировка в материале!).

- Сама подготовка связана не только с «запоминанием». Подготовка также предполагает и переосмысление материала, и даже рассмотрение альтернативных идей.

- Готовить «шпаргалки» полезно, но пользоваться ими рискованно. Главный смысл подготовки «шпаргалок» – это систематизация и оптимизация знаний по данному предмету, что само по себе прекрасно – это очень сложная и важная работа, более сложная и важная, чем простое поглощение массы учебной информации. Если студент самостоятельно подготовил такие «шпаргалки», то, скорее всего, он и зачеты сдавать будет более уверенно, так как у него уже сформирована общая ориентировка в сложном материале.

- Сначала студент должен продемонстрировать, что он «усвоил» все, что требуется по программе обучения (или по программе данного преподавателя), и лишь после этого он вправе высказать иные, желательно аргументированные точки зрения.

Вопросы к зачету

4 семестр

Тема 1. Основы метрологии. Основные термины и определения.

1. Что такое качество?
2. Как метрология, стандартизация и сертификация влияют на качество продукции, работ и услуг?
3. Основные задачи метрологии. Определение метрологии.
4. Почему возникла потребность у людей в метрологии? Приведите исторические примеры.
5. Что может являться объектом измерения?
6. Какие основные методы измерений вы знаете?

Тема 2. Основные понятия о взаимозаменяемости и точности в автомобилестроении.

1. Что такое взаимозаменяемость? Виды взаимозаменяемости.
2. Что такое точность и погрешность? Как эти понятия связаны между собой?
3. Какие параметры характеризуют геометрическую точность элементов детали?

4. Какие основные причины появления погрешностей при изготовлении деталей вы знаете?
5. Что такое размер? Какие основные виды размеров существуют?
6. Какие элементы детали называют отверстием, а какие валом?
7. Какой размер называют номинальным?
8. Какой размер называют действительным? Где должны располагаться действительные размеры у годного к эксплуатации изделия?
9. Что такое допуск? Какая связь между допуском, точностью изготовления и экономикой производства?
10. Что такое верхнее и нижнее отклонения? Какая связь существует между предельными отклонениями и предельными размерами элементов детали?
11. Что такое посадка? Виды посадок используемых в машиностроении?
12. Что такое зазор и натяг?

Тема 3. Единая система допусков и посадок.

1. Что такое система допусков и посадок?
2. Какие основные признаки имеет система допусков и посадок?
3. Какое назначение имеют интервалы размеров и как они образуются?
4. От чего зависит и на что влияет единица допуска?
5. Каким образом нормируется точность в системе допусков и посадок?
6. Какая зависимость существует между допуском и качеством?
7. Какая зависимость существует между допуском и интервалом размеров?
8. Для чего используется понятие основного отклонения? Как обозначаются основные отклонения валов и отверстий на графическом изображении посадок?
9. Какие основные отклонения вала используются для образования посадок с зазором в системе отверстия?
10. Какие основные отклонения вала используются для образования посадок с натягом в системе отверстия?
11. Какие основные отклонения вала используются для образования переходных посадок в системе отверстия?
12. Для чего вводится понятие предпочтительных полей допусков и посадок?
13. В каких случаях используются внесистемные посадки?

Тема 4. Систематические погрешности. Случайные погрешности. Часть 1

1. Назовите наиболее универсальные способы описания случайных величин.
2. Опишите формирование закона распределения плотности вероятностей случайной величины.
3. Запишите условие нормирования дифференциального закона распределения случайной величины.
4. Запишите вероятность P попадания случайной величины x в интервал от x_1 до x_2 при известном дифференциальном законе распределения $f(x)$.
5. Дайте определение интегральной функции распределения, приведите ее график и перечислите основные свойства.

Тема 5. Систематические погрешности. Случайные погрешности. Часть 2

1. Определите характеристики нормального закона распределения, согласно центральной предельной теореме теории вероятностей.
2. Приведите формулу для распределения Гаусса.
3. Перечислите виды распределений случайных величин, для числовых оценок которых можно использовать предельную погрешность.
4. Дайте определение квантильной оценки погрешности.
5. Что означает утверждение, что доверительному интервалу $\pm 3\sigma$ соответствует доверительная вероятность $P = 0,997$?

Тема 6. Единство измерений. Эталоны единиц физических величин.

1. Определите суть понятия «единство измерений».
2. Какие задачи метрологии охватывает понятие «единство измерений»?
3. Какими документами регламентируется деятельность по обеспечению единства измерений?
4. Каким образом достигается тождественность единиц, в которых проградуированы все существующие СИ одной и той же величины?
5. Каким образом осуществляется воспроизведение основной единицы?
6. Что является технической основой обеспечения единства измерений?
7. Совпадает ли перечень существующих эталонов и перечень принятых ФВ?
8. Какими признаками должен обладать эталон? Поясните суть этих признаков.
9. Перечислите основные виды эталонов. В чем состоит их различие?
10. Какие эталоны являются высшим звеном эталонной базы страны?

Тема 7. Средства измерений.

1. Дайте определение понятия «средство измерений» и определите, в чем заключается метрологическая сущность СИ.
2. Поясните, что такое элементарные СИ и приведите примеры таких СИ.
3. Поясните, чем СИ отличается от измерительного преобразователя.
4. Определите отличия и сходства между измерительным преобразователем, устройством сравнения и мерой.
5. Из каких блоков состоит обобщенная структурная схема СИ.
6. Запишите в общем виде выражение для выходного сигнала. Поясните качественные отличия параметров выходного сигнала.
7. Проведите классификацию СИ по роли, выполняемой в системе обеспечения единства измерений и по уровню автоматизации.
8. Проведите классификацию СИ по роли в процессе измерения и выполняемым функциям.
9. Как называются характеристики свойств СИ, оказывающие влияние на результат измерения и его погрешности?
10. Перечислите основные группы нормируемых метрологических характеристик СИ.
11. Поясните, что такое класс точности СИ.
12. Является ли класс точности СИ непосредственной оценкой точности измерений, выполняемых этим СИ?
13. Что такое динамический диапазон измерения?
14. Может ли средство измерения иметь несколько классов точности?
15. Что такое отказ? Поясните различия между различными видами отказов: неметрологическими, метрологическими, внезапными, постепенными.

Тема 8. Основы стандартизации

1. Дайте определение термину «стандартизация».
2. Назовите общие цели стандартизации.
3. Приведите определение аспекта стандартизации.
4. Назовите 5 аспектов стандартизации конкретной продукции.
5. Какие можно выделить уровни стандартизации?
6. При стандартизации на каком уровне участие открыто для любой страны?
7. Какой уровень стандартизации используется в одном государстве?
8. Что такое предварительный стандарт?
9. Какая организация принимает регламент?

Тема 9. Основы сертификации

1. Назовите три вида стандартизации.
2. Основные понятия, цели и объекты сертификации.
3. История развития сертификации.

4. Обязательная сертификация.
5. Добровольная сертификация
6. Отличительные признаки обязательной (ОС) и добровольной (ДС) сертификации.

Критерии оценивания компетенций

4 семестр

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если он применяет теоретические основы метрологии, закономерности формирования результата измерений, методы математического анализа при контроле технического состояния транспортных средств; проводит измерения и наблюдения, обрабатывает и представляет экспериментальные данные и результаты испытаний в сфере технической эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов. На вопросы отвечает уверенно. Возможны 2...3 ошибки в ответе. Компетенции и индикаторы ИД-2_{ОПК-1}, ИД-2_{ОПК-3} освоены.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если он не применяет теоретические основы метрологии, закономерности формирования результата измерений, методы математического анализа при контроле технического состояния транспортных средств; не проводит измерения и наблюдения, обрабатывает и представляет экспериментальные данные и результаты испытаний в сфере технической эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов. На вопросы отвечает неуверенно, в содержании ответа грубые ошибки. Компетенции и индикаторы ИД-2_{ОПК-1}, ИД-2_{ОПК-3} не освоены.

Описание шкалы оценивания

В рамках рейтинговой системы успеваемость студентов по каждой дисциплине оценивается в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль

Рейтинговая оценка знаний студента

Для данной формы обучения не предусмотрена.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя: диалог преподавателя со студентом и ответ студентом на вопросы по темам дисциплины. Перед собеседованием по теме студент должен выполнить и защитить лабораторные работы.

Предлагаемые студенту задания позволяют проверить ИД-2_{ОПК-1}, ИД-1_{ОПК-3} компетенции и индикаторы. Освоение компетенций на повышенном уровне предполагает изучение дополнительной научной и учебной литературы и

четкие ответы на вопросы без ошибок. При освоении компетенции на базовом уровне студент изучил основную литературу, при ответе возможны 2...3 негрубые ошибки.

Для подготовки к данному оценочному мероприятию необходимо изучить рекомендуемую литературу

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования своими конспектами лекций, методическими указаниями по дисциплине, тетрадями по лабораторным работам, справочными таблицами.

При проверке задания, оцениваются:

- степень усвоения программного материала;
- правильность и четкость ответов;
- способность рассуждать и сопоставлять материал из разных источников;
- способность связывать теорию с практикой, другими темами данного курса;
- умение использовать методическую, научную и техническую литературу;
- инициативность в поиске информации;
- правильность речи в быстром или умеренном темпе.

Литература.

1. В. Сенашенко. Самостоятельная работа студентов: актуальные проблемы / В. Сенашенко, Н. Жалнина // Высшее образование в России №7, 2006. – с. 103-109.
2. Методические рекомендации для студентов по организации самостоятельной работы. Разработано директором департамента по учебно-методической работе Т.Н. Фадеевой, начальником методического отдела Е.Е. Дурневой // МГТУ им. М.А. Шолохова. Москва, 2010. – 48 с.
3. ГОСТ 2.104-98 ЕСКД. Основные надписи. – М. : Изд. стандартов, 1998.
4. ГОСТ 2.105-95 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам. – М. : Госстандарт, 1995.
5. ГОСТ 7.203. Библиографическая запись. Библиографическое описание. – М. : ИПК Изд. стандартов, 2003.
6. ГОСТ 2.106-96 ЕСКД. Текстовые документы.
7. ГОСТ 8.417-2002. ГСИ. Единицы величин.