

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Шебзухова Татьяна Александровна

Должность: Директор Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского  
федерального университета

Дата подписания: 22.05.2024 10:19:46

Уникальный программный ключ: «СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
d74ce93cd40e39275c3ba2f58486412a1c8ef96f Пятигорский институт (филиал) СКФУ

## **Методические указания**

по выполнению практических работ  
по дисциплине

**«Основы метрологии, стандартизации и контроля качества в строительстве »**  
для направления подготовки **08.03.01 Строительство**  
направленность (профиль) **Городское строительство и хозяйство**

**Пятигорск**  
**2024**

# **ВВЕДЕНИЕ**

## **Цели и задачи освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины является формирование у студента знаний, умений и навыков в области метрологии и стандартизации в различных сферах деятельности для обеспечения эффективности этой деятельности за счет повышения достоверности результатов измерений и правильного использования специальной нормативной документации, выбора измерительной техники для определения физических величин и поверки метрологических характеристик измерительной техники, изучение и обработка сигналов измерительной информации.

Задачами освоения дисциплины:

изучение принципов обеспечения единства измерений, обеспечивающих заданные критерии качества;

выбор методов и средств измерений с заданными метрологическими характеристиками;

выбор методов организации измерительного эксперимента, изучение схем, правил и порядка проведения измерений;

изучение методов и принципов стандартизации;

изучение измерительной техники, её метрологических характеристик при определении физических величин;

изучение и обработка сигналов измерительной информации.

## **Компетенции обучающегося, формируемые в результате изучения дисциплины:**

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
<b>ОПК-7</b> Способен использовать и совершенствовать применяемые системы менеджмента качества в производственном подразделении с применением различных методов измерения, контроля и диагностики	ИД-3 ОПК-7 Применяет методы и оценку метрологических характеристик средства измерения (испытания); ИД-4 ОПК-7 Оценивает погрешности измерения, проведение поверки и калибровки средства измерения; ИД-5 ОПК-7 Оценивает соответствия параметров продукции требованиям нормативно-технических документов; ИД-6 ОПК-7 Обеспечивает подготовку и оформление документа для контроля качества и сертификации продукции;	Работает с нормативными документами по вопросам метрологии. Применяет нормативные документы по метрологии, стандартизации и сертификации в своей профессиональной деятельности

## НАИМЕНОВАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

№ Темы дисциплины	Наименование тем дисциплины, их краткое содержание	Объем часов	Из них практическая подготовка, часов
7 семестр			
1.	<b>Основные сведения из метрологии</b> Измеряемая величина, измерительная информация, измерение – исходные понятия метрологии. Классификация измерений в зависимости от способов получения измеряемой величины. Статические и динамические измерения	2	
2.	<b>Погрешности измерений</b> Составляющие погрешностей. Вероятностная модель случайной погрешности Систематические погрешности измерений Измерения геометрических размеров. Механические измерительные средства...	2	
	Итого за 7 семестр	<b>4</b>	
	Итого	<b>4</b>	

## СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

### Практическая работа №1. Основные сведения из метрологии

#### **Рассматриваемые вопросы:**

1. Измеряемая величина, измерительная информация, измерение – исходные понятия метрологии.
2. Классификация измерений в зависимости от способов получения измеряемой величины.
3. Статические и динамические измерения

#### **Перечень литературы**

##### Перечень основной литературы:

1. Радкевич Я.М. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник для вузов/ Я.М. Радкевич, А.Г.Схиртладзе, Б.И. Лактионов. – М.: Высш. шк., 2011. – 790 с.

2. Ким К.К. Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника / К.К. Ким, Г.Н. Анисимов, В.Ю. Барбарович, Б.Я. Литвинов. – М.: Питер, 2012. – 369 с.

##### Перечень дополнительной литературы:

1. ГОСТ 8.417-2002. Единицы величин.
2. Атамалян Э.Г. Приборы и методы измерения электрических величин. 3 изд. М.: Дрофа, 2005. 415 с.

## **Практическая работа №2. Погрешности измерений**

### **Рассматриваемые вопросы:**

1. Составляющие погрешностей.
2. Вероятностная модель случайной погрешности
3. Систематические погрешности измерений
4. Измерения геометрических размеров.
5. Механические измерительные средства

### **Перечень литературы**

#### Перечень основной литературы:

1. Радкевич Я.М. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник для вузов/ Я.М. Радкевич, А.Г.Схиртладзе, Б.И. Лактионов. – М.: Высш. шк., 2011. – 790 с.
2. Ким К.К. Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника / К.К. Ким, Г.Н. Анисимов, В.Ю. Барбарович, Б.Я. Литвинов. – М.: Питер, 2012. – 369 с.

#### Перечень дополнительной литературы:

1. ГОСТ 8.417-2002. Единицы величин.
2. Атамалян Э.Г. Приборы и методы измерения электрических величин. 3 изд. М.: Дрофа, 2005. 415 с.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Пятигорский институт (филиал) СКФУ

## **Методические указания**

по выполнению лабораторных работ

по дисциплине

**«Основы метрологии, стандартизации и контроля качества в строительстве »**

для направления подготовки **08.03.01 Строительство**

направленность (профиль) **Городское строительство и хозяйство**

**Пятигорск  
2024**

# ВВЕДЕНИЕ

## Цели и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование у студента знаний, умений и навыков в области метрологии и стандартизации в различных сферах деятельности для обеспечения эффективности этой деятельности за счет повышения достоверности результатов измерений и правильного использования специальной нормативной документации, выбора измерительной техники для определения физических величин и поверки метрологических характеристик измерительной техники, изучение и обработка сигналов измерительной информации.

Задачами освоения дисциплины:

изучение принципов обеспечения единства измерений, обеспечивающих заданные критерии качества;

выбор методов и средств измерений с заданными метрологическими характеристиками;

выбор методов организации измерительного эксперимента, изучение схем, правил и порядка проведения измерений;

изучение методов и принципов стандартизации;

изучение измерительной техники, её метрологических характеристик при определении физических величин;

изучение и обработка сигналов измерительной информации.

## Компетенции обучающегося, формируемые в результате изучения дисциплины:

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
<b>ОПК-7</b> Способен использовать и совершенствовать применяемые системы менеджмента качества в производственном подразделении с применением различных методов измерения, контроля и диагностики	ИД-1 ОПК-7 Применяет нормативно-правовые и нормативно-технические документы, регламентирующие требования к качеству продукции и процедуру его оценки	<b>Знать:</b> нормативно-правовые и нормативно-технические документы, регламентирующие требования к качеству продукции и процедуру его оценки <b>Уметь:</b> применять нормативно-правовые и нормативно-технические документы, регламентирующие требования к качеству продукции и процедуру его оценки. <b>Владеть:</b> нормативно-правовые и нормативно-технические документы, регламентирующие требования к качеству продукции и процедуру его оценки.

	ИД-2 ОПК-7 Обеспечивает документальный контроль качества материальных ресурсов	<b>Знать:</b> документальный контроль качества материальных ресурсов <b>Уметь:</b> применять документальный контроль качества материальных ресурсов <b>Владеть:</b> знаниями документального контроля качества материальных ресурсов
	ИД-3 ОПК-7 Применяет методы и оценку метрологических характеристик средства измерения (испытания)	<b>Знать:</b> методы и оценку метрологических характеристик средства измерения (испытания) <b>Уметь:</b> применять методы и оценку метрологических характеристик средства измерения (испытания) <b>Владеть:</b> способностью оценивать методы и оценку метрологических характеристик средства измерения (испытания)
	ИД-4.ОПК-7 Оценивает погрешности измерения, проведение поверки и калибровки средства измерения	<b>Знать:</b> погрешности измерения, проведение поверки и калибровки средства измерения; <b>Уметь:</b> оценивать погрешности измерения, проведение поверки и калибровки средства измерения; <b>Владеть:</b> способностью оценивать погрешности измерения, проведение поверки и калибровки средства измерения;
	ИД-5.ОПК-7 Оценивает соответствия параметров продукции требованиям нормативно-технических документов	<b>Знать:</b> соответствия параметров продукции требованиям нормативно-технических документов; <b>Уметь:</b> оценивать соответствия параметров продукции требованиям нормативно-технических документов; <b>Владеть:</b> способностью оценивать соответствия параметров продукции требованиям нормативно-технических документов;

	ИД-6.ОПК-7 Обеспечивает подготовку и оформление документа для контроля качества и сертификации продукции	<b>Знать:</b> подготовку и оформление документа для контроля качества и сертификации продукции; <b>Уметь:</b> обеспечивать подготовку и оформление документа для контроля качества и сертификации продукции; <b>Владеть:</b> способностью обеспечивать подготовку и оформление документа для контроля качества и сертификации продукции;
	ИД-7.ОПК-7 Формирует план мероприятий по обеспечению качества продукции	<b>Знать:</b> план мероприятий по обеспечению качества продукции; <b>Уметь:</b> формировать план мероприятий по обеспечению качества продукции; <b>Владеть:</b> способностью формировать план мероприятий по обеспечению качества продукции;
	ИД-8.ОПК-7 Составляет локальный нормативно-методический документ производственного подразделения по функционированию системы менеджмента качества	<b>Знать:</b> локальный нормативно-методический документ производственного подразделения по функционированию системы менеджмента качества; <b>Уметь:</b> составлять локальный нормативно-методический документ производственного подразделения по функционированию системы менеджмента качества; <b>Владеть:</b> способностью составлять локальный нормативно-методический документ производственного подразделения по функционированию системы менеджмента качества;

## НАИМЕНОВАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

№ Темы дисци- плин- ы	Наименование тем дисциплины, их краткое содержание	Объем часов	Из них практическая подготовка, часов
<u>7 семестр</u>			
2	Определение погрешности изготовления и метрологических параметров партии резисторов	2	
3	Измерение линейных размеров с помощью штангенинструментов и обработка измерений с многократными наблюдениями	2	
	<b>Итого</b>	<b>4</b>	

## СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

### Лабораторная работа №1

#### **Определение погрешности изготовления и метрологических параметров партии резисторов**

##### **Цель работы**

- Определение погрешности изготовления партии резисторов
- Определение статистических характеристик партии резисторов

##### **Теоретическая часть**

Непосредственной целью измерений является определение истинного (действительного) значения измеряемой величины. Результат измерений есть случайная величина, равная сумме истинного (действительного) значения измеряемой величины и погрешности измерений. Для повышения точности измерений проводят несколько наблюдений при измерении.

При статической обработке результатов группы наблюдений, следует руководствоваться ГОСТ 8.207. Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений. Результат измерений следует оформлять в соответствии с рекомендациями МИ 1317 - 2004 Государственная система обеспечения единства измерений: Результаты и характеристики погрешности измерений. Форма представления. Способы использования при испытаниях образцов продукции и контроле их параметров.

При этом выполняют следующие операции:

1) исключают известные систематические погрешности из результатов наблюдений;

2) вычисляют среднее арифметическое значение  $\bar{x}$  измеряемой величины из  $n$  единичных результатов наблюдений  $x_i$ ;

3) вычисляют среднюю квадратическую погрешность единичных измерений в ряду измерений  $S$ ;

4) исключают промахи (грубые погрешности измерений);

5) вычисляют среднюю квадратическую погрешность результатов измерений среднего арифметического  $S_{\bar{x}}$ ;

6) проверяют гипотезу о том, что результаты измерений распределяются по нормальному закону;

7) вычисляют доверительные границы случайной погрешности результата измерения  $\pm \epsilon$ ;

8) вычисляют доверительные границы неисключенной систематической по грешности результата измерения  $\pm \theta$ ;

9) вычисляют доверительные границы погрешности результата измерения  $\pm (\Delta x)_\Sigma$ ;

10) представляют результат измерения в виде  $X = x \pm (\Delta x)_\Sigma$ ,  $P$  ( $P$  – доверительная вероятность).

Известные систематические погрешности исключают введением в результаты измерений соответствующих поправок, численно равных систематическим погрешностям, но противоположным им по знаку.

Если оператор в ходе измерения обнаруживает результат  $x_n$ , резко отличающийся от остальных результатов наблюдений (промах), и достоверно находит причину его появления, он вправе отбросить этот результат и провести (при необходимости) дополнительное наблюдение взамен отброшенного.

При обработке уже имеющихся результатов измерений для исключения грубых погрешностей поступают следующим образом:

- вычисляют среднее арифметическое  $n$  результатов наблюдений  $\bar{x}$   $x,-:$

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i / n; \quad (1)$$

- вычисляют оценку среднего квадратического отклонения  $S$  результата измерений :

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} / (n-1); \quad (2)$$

- определяют наличие (отсутствие) предполагаемого промаха  $x_n$  от  $\bar{x}$ .

При числе измерений  $n < 20$  и нормальном распределении результатов измерений целесообразно применять критерий Романовского. При этом вычисляют отношение

$$z = |x_n - \bar{x}| / S, \quad (3)$$

где  $x_n$  – результат, вызывающий сомнение;

$z$  – коэффициент, предельное значение которого  $z_t$  (табличное) определено по табл.1 по числу всех наблюдений (включая  $x_n$ ) и принятому значению доверительной вероятности  $P$  (для всех производственных измерений  $P = 0,95$ ; для ответственных лабораторных измерений  $P = 0,98$  или  $0,99$  и выше) по табл. 1 находят нормированное выборочное отклонение нормального распределения  $(P,n)$ .

Таблица 1

Значения  $z_t (P, n)$

<b>P</b>	<b>N</b>											
	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	20
0,95	1,41	1,7	1,91	2,06	2,18	2,27	2,34	2,41	2,34	2,41	2,67	2,7
	4	10	7	7	2	3	9	4	9	4	0	8
0,99	1,41	1,7	1,97	2,16	2,31	2,43	2,53	2,61	2,75	2,85	2,94	3,0
	4	28	2	1	0	1	2	6	3	5	6	8

Если  $z < z_t$ , то результат наблюдений  $x_n$  не является промахом. Если  $z_t > z$ , то  $x_n$  – промах, подлежащий исключению. После исключения  $x_n$  повторяют процедуру определения  $x$  и  $S(x)$  для оставшегося ряда результатов наблюдений и проверки на промах оставшихся значений  $x_i$ .

За результат измерения  $A$  принимают среднее арифметическое  $\bar{x}$  результатов наблюдений, оставшихся после исключения промахов.

Погрешность результата измерения включает случайную и неучтённую систематическую составляющие. Случайную составляющую оценивают величиной средне квадратичное отклонение  $S(x)$ :

$$S(\bar{x}) = S(x)\sqrt{n} = \sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2} \quad (4)$$

Если распределение результатов наблюдений подчиняется закону нормального распределения (закону Гаусса), то доверительные границы случайной погрешности результата измерения при доверительной вероятности  $P$  находят по формуле

$$c = t S(x), \quad (5)$$

где  $t$  – коэффициент Стьюдента, определяемый по табл. 3.

Таблица 2

Значения коэффициента Стьюдента

$p$	$n$									
	3	4	5	6	7	8	9	10	15	
0,95	12,70	4,303	3,182	2,776	2,571	2,447	2,365	2,306	2,262	2,145
0,99	63,65	9,925	5,841	4,604	4,032	3,707	3,499	3,355	3,250	2,977

Доверительные границы в не исключённой систематической погрешности результата измерения определяют по формуле

$$\theta = k \sqrt{\sum_{j=1}^m \theta_j^2} \quad (6)$$

где  $k$  – коэффициент (табл. 3), определяемый принятой доверительной вероятностью  $P$  и числом  $m$  составляющих не исключённой систематической погрешности;  $\theta$  – границы  $u$  и  $l$  составляющей этой погрешности.

Таблица 3

Значения коэффициента  $k$  (ГОСТ 8.207)

$p$	$m$			
	5 и более	4	3	2
0,95		1,1		
0,99	1,45	1,4	1,3	1,2

Доверительную вероятность для вычисления границ не исключённой систематической погрешности принимают той же, что и при вычислении доверительных границ случайной погрешности результата измерения. В соответствии с ГОСТ 8.207- 76 суммирование не исключённой систематической и случайной погрешности измерения осуществляют по следующим правилам:

1. В случае, если отношение  $\frac{\theta}{S(\bar{x})} < 0,8$ , то неучтённой систематической погрешностью по сравнению со случайной погрешностью пренебрегают и принимают, что граница погрешности результата измерения  $A = \varepsilon$ .

2. Если отношение  $\frac{\theta}{S(\bar{x})} > 0,8$  случайной погрешностью по сравнению с неучтённой систематической пренебрегают и принимают, что граница погрешности результата измерения  $\Delta = \theta$ .

3. В случае, если  $0,8 \leq \frac{\theta}{S(\bar{x})} \leq 8,0$  границы погрешности результата измерения вычисляют по формуле

$$\Delta = K * S_{\Sigma}, \quad (7)$$

где  $K$  - коэффициент, зависящий от соотношения случайной и не исключённой систематической погрешности;  $S_{\Sigma}$  - суммарное среднее квадратическое отклонение результата измерения:

$$S_{\Sigma} = \sqrt{\sum_{j=1}^m \frac{\theta_j^2}{3} + S^2(\bar{x})} \quad (8)$$

При симметричной доверительной погрешности результаты представляют в форме  $A \pm A, P$ .

Числовое значение результата измерения должно оканчиваться цифрой 1-го же разряда, что и значение погрешности.

При отсутствии данных о виде функций распределения составляющих погрешности измерения результаты представляют в форме  $A; 8(x), n; 9, P$ .

**Пример:** в результате обработки результатов наблюдений получили  $A = 42$  мм,  $A \pm 0,01$  мм при доверительной вероятности 0,99. Результат представляют в виде  $42 \pm 0,01, 0,99$ .

#### 4. ПРАВИЛА ОКРУГЛЕНИЯ И ЗАПИСИ РЕЗУЛЬТАТОВ НАБЛЮДЕНИЙ И ИЗМЕРЕНИЙ [9]

1. Числовое значение результата наблюдения округляют в соответствии с числовым разрядом значащей цифры погрешности измерений.

Лишние цифры в целых числах заменяют нулями, в десятичных дробях – отбрасывают. Если десятичная дробь оканчивается нулями, их отбрасывают только до того разряда, который соответствует разряду погрешности.

**Пример:** результат 1, 072000, погрешность  $\pm 0,0001$ . Результат округляют до 1,0720.

Если первая (слева направо) из заменяемых нулями или отбрасываемых цифр меньше 5, остающиеся цифры не изменяются.

Если первая из этих цифр равна 5, а за ней не следует никаких цифр или идут нули, то, если последняя цифра в округляемом числе чётная или нуль, она остаётся без изменения, если нечётная – увеличивается на единицу.

**Пример:** 1234,50 округляют до 1234; 8765,50 – до 8766.

Если первая из заменяемых нулями или отбрасываемых цифр больше 5 или равна 5, но за ней следует значащая цифра, то последняя остающаяся цифра увеличивается на единицу.

**Пример:** 6783,6 округляют до 6784; 12,34501 до 12,35.

2. Погрешность, возникающая в результате вычислений, не должна превышать 10 % суммарной погрешности измерений. Поэтому, если над результатами измерений (наблюдений) предстоит произвести некоторые математические операции, то при округлении результатов в соответствии с правилом 1, добавляют один разряд справа, т. е. в первом примере результат 1,072000 нужно округлить не до 1,0720, а до 1,07200.

3. Если в процессе вычисления встречается операция деления, бессмысленно продолжать её по правилам арифметики, после того как получен результат, соответствующий правилу 1.

4. При определении числа знаков при вычислении погрешностей измерений следует учитывать, что погрешность определения значения погрешности достаточно велика, порядка 30 % при  $n = 10$  и порядка 15 % при  $n = (20 - 25)$ , поэтому при  $n < 10$  следует оставлять одну значащую цифру, если она больше трех, и две, если первая из них меньше четырех.

**Пример:** если при  $n = 10,5$  ( $x = 0,523$ ), оставляем значение  $Sx = 0,5$ ; если при  $n = 10$ ,  $Sx = 0,253$ , оставляем значение  $Sx = 0,25$ . При  $n > 10$  достаточно надёжно оставлять во всех случаях две значащие цифры.

### **Оборудование и материалы.**

Набор резисторов номиналом 4,7 кОм, мультиметр М - 182.

### **Указания по технике безопасности**

Соответствуют технике безопасности по работе с компьютерной техникой.

### **Задание**

1. Произвести измерение резисторов.
2. Определить среднее арифметическое (математическое ожидание) из числа проведённых измерений (по формуле (1)).
3. Определить оценку среднего квадратичного отклонения  $S$  результата измерений (по формуле (2)).
4. Округлить полученные результаты до 2х значащих цифр.
5. Построить гистограмму
6. Определить доверительный интервал
6. Определить класс точности изготовления резисторов.
7. Сделать выводы по результатам лабораторной работы.

### **Контрольные вопросы**

1. По какой формуле определяется среднее арифметическое (математическое ожидание)?
2. По какой формуле определяется средне квадратичное отклонение?
3. Как определяется класс точности изготовления резисторов?
4. Что такое гистограмма?
5. Что показывает гистограмма?
6. Что такое нормальный закон распределения?
7. Каковы характеристики нормального закона распределения?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

### Измерение линейных размеров с помощью штангенинструментов и обработка измерений с многократными наблюдениями

**Цель работы:** изучение устройства и получение навыков измерения линейных размеров штангенинструментами и обработка измерений с многократными наблюдениями.

#### **Теоретическая часть**

##### 2.1. Устройство и эксплуатация штангенинструментов [9, 10]

Штангенинструменты используется для измерения линейных размеров, которые не требуют высокой точности измерений. Эти инструменты для повышения точности измерений используют дополнительную нониусную шкалу.

Нониусное отсчетное устройство

На нониусной шкале линейки длина дополнительной шкалы  $I$  (рис. 1) равна целому числу делений основной шкалы, но количество делений на единицу больше. Интервал деления шкалы нониуса будет равен:

$$b = \frac{c(n-l)}{n} = \frac{1}{n}$$

где  $c$  – цена деления основной шкалы;  $l$  – длина шкалы нониуса,  $n$  – число делений нониуса.

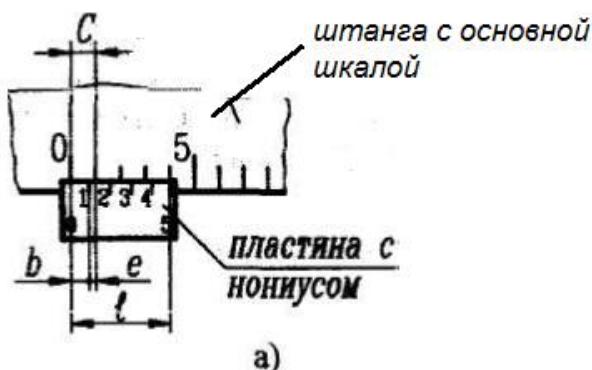


Рис. 1. Нониусное отсчетное устройство.

Отсчёт по нониусу определяется из уравнения  $e = c \cdot b$ , подставив значение  $b$ , получим:

$$e = c - \frac{c(n-l)}{n} = \frac{c}{n}$$

Допустим (см. рис. 2)  $c = 1$  мм, тогда  $e$  будет равно 0,2 мм.

#### **2.2. Особенности устройства и применения штангенциркулей**

Различают три типа штангенциркулей: ШЦ-1 с двусторонним расположением губок для наружных и внутренних измерений и с линейкой для определения глубин (рис. 2, а), ШЦ-П - с двусторонним расположением губок для измерения и для разметки (рис. 2, б), ШЦ-Ш- с односторонними губками для наружных и внутренних измерений (рис. 2, г). Технические характеристики штангенциркулей приведены в /2, 4, 7/. Штангенциркуль (см. рис. 2) состоит из штанги 7, неподвижных губок 1, изготовленных заодно со штангой, рамки 3 с подвижными губками 2, нониуса 10 и рамки 6. Рамки 3 и 6 соединены между собой микрометрическим винтом с гайкой 9. При помощи этого устройства осуществляется точная подача рамки 3.

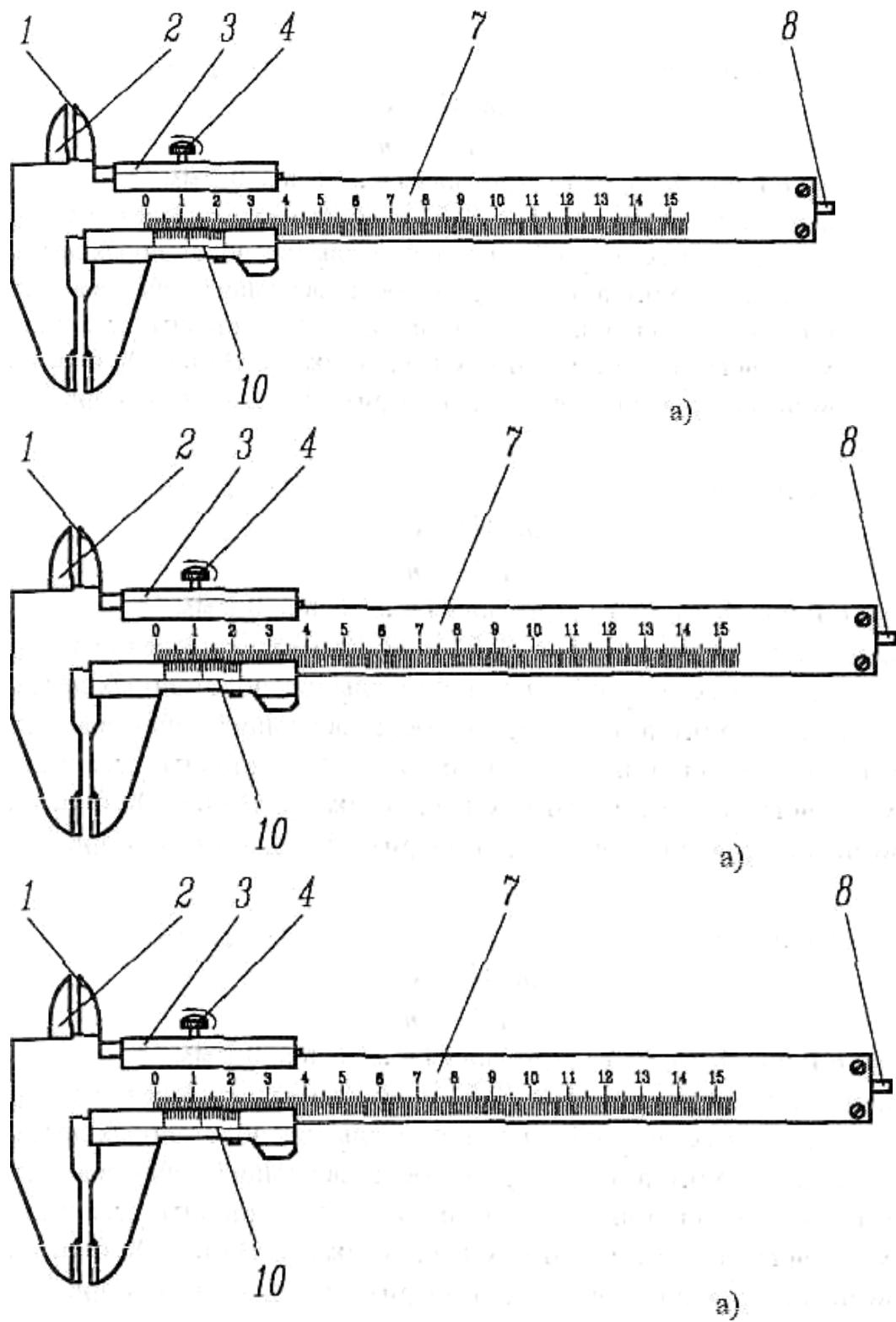


Рис. 2. Штангенциркули: а - ШЦ I; б - ШЦ II; в - ШЦ III; 1 - неподвижные губки; 2 - подвижные губки; 3 - рамка; 4 - зажим рамки; 5 - зажим рамки микрометрической подачи; 6 - рамка микрометрической подачи; 7 - штанга; 8 - линейка глубиномера, 9 - винт и гайка микрометрической подачи; 10 - нониус

Положение рамок 3 и 6 фиксируется винтами 4 и 5. В рамке 3 установлена плоская изогнутая пружина, которая обеспечивает постоянное прилегание рамки 3 к ребру штанги. Нижние губки предназначены для измерения как внутренних, так и наружных размеров. Верхние губки служат для измерения наружных размеров, а их заострённые концы – для выполнения разметочных работ.

Точность показаний штангенциркуля зависит от правильности его установки на изделии.

Для измерения изделия штангенциркулем необходимо:

- открепить рамки 3 и 6, передвинуть их вдоль штанги и расположить рамку 3 так, чтобы измеряемое изделие можно было установить между измерительными плоскостями губок;

- с помощью микровинта передвинуть рамку 3 до получения плотного прилегания поверхностей обеих губок к поверхностям измеряемого изделия;

- закрепить стопорный винт 4;

- сняв инструмент с изделия, считать показания по шкале штанги и по нониусу.

При измерении внутренних размеров необходимо учесть толщину губок штангенциркуля.

### **2.3. Особенности устройства и применения штангенглубиномеров**

Штангенглубиномер предназначен для измерения выточек, отверстий, канавок, уступов и т. п. Штангенглубиномер отличается от штангенциркуля тем, что не имеет на штанге неподвижных губок, а подвижные губки на рамке выполнены в виде опорного основания с плоскостью, расположенной перпендикулярно к направлению штанги. Этой плоскостью штангенглубиномер устанавливают на измеряемый объект. Измеряемый размер заключается между двумя поверхностями, одной из которых является торец самой штанги, а другой – поверхность основания.

#### **Порядок применения штангенглубиномера**

Измерение штангенглубиномером необходимо осуществлять в следующем порядке:

- наложить штангенглубиномер на плоскость измеряемого изделия;

- открепив рамки 3 и 5, продвинуть штангу до тех пор, пока она не коснется своим торцом плоскости или выступа измеряемого изделия;

- закрепить стопорный винт 2;

- сняв штангенглубиномер с изделия, считать показания.

### **2.4 Обработка результатов измерения штангенциркулем с многократными наблюдениями**

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

При статической обработке результатов группы наблюдений, руководствуясь ГОСТ 8.207-76. Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений, выполняют следующие операции согласно методике, изложенной в разделе 3:

- исключают известные систематические погрешности из результатов наблюдений;

- исключают промахи, возникшие в результате грубых погрешностей;

- проверяют гипотезу о том, что результаты наблюдений распределяются по нормальному закону;

- вычисляют доверительные границы случайной погрешности результата измерения;

- вычисляют доверительные границы неучтённой систематической погрешности результата измерения;

- вычисляют доверительные границы погрешности результата измерения.

Известные систематические погрешности исключают введением в результаты наблюдений соответствующих поправок.

Если оператор в ходе измерения обнаруживает результат  $x_n$ , резко отличающийся от остальных результатов наблюдений (промах), и достоверно находит причину его появления, он вправе отбросить этот результат и провести (при необходимости) дополнительное наблюдение взамен отброшенного.

## **Оборудование и материалы.**

штангенциркуль ПЩ-1, детали для исследования

## **Указания по технике безопасности**

Соответствуют технике безопасности по

### **Задание**

- измерить заданный преподавателем размер детали несколько раз (по указанию преподавателя, результаты записать в таблицу).
- выполнить обработку измерений с многоократными наблюдениями и дать заключение о годности детали.

*Перечень инструментов и принадлежностей, необходимых для выполнения работы:*  
штангенциркуль ПЩ-1,

### **. Порядок выполнения работы**

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

*Пример 1:* при многоократном измерении диаметра вала  $\varnothing 15 h14 (-0,430)$  штангенциркулем, получены следующие результаты: 15,00, 14,90, 14,85, 14,75, 15,00, 14,90, 14,95, 14,70, 14,95, 14,85, 15,00, 14,60. Неучтенная систематическая погрешность результата измерения, вызванная отклонением температуры вала от нормальной  $\theta_0 = 2$  мкм. Определить, является ли результат промахом и записать результат измерений с доверительной вероятностью  $P=0,95$ .

1. Вычислим среднее арифметическое значение измеряемой величины, мм:

$$(15,00+14,90+14,85+14,75+15,00+14,90+14,95+14,70+14,95+14,85+15,00+14,50)/12 = 14,8625 \approx 14,86 \text{ мм.}$$

2. Среднее квадратичное отклонение:

$$s = \sqrt{\frac{3 * (0,14^2) + 2 * (0,04^2) + 2 * (0,01^2) + 0,11^2 + 2 * (0,09^2) + 0,16^2 + 0,36^2}{11}} \approx 0,19 \text{ мм.}$$

3. Определим наличие (отсутствие) предполагаемого промаха  $x_{\pi}$  от  $\bar{x}$

При числе измерений  $n < 20$  и нормальном распределении результатов измерений целесообразно применять критерий Романовского (раздел 3). При  $n=12$  получаем  $z_t = 2,52$ , соответственно  $z$ , при этом вычисляют как

$$z = |x_{\pi} - \bar{x}| / S = 14,86 - 14,50 / 0,19 \approx 2,1, \text{ что меньше } 2,52, \text{ значит, это не промах.}$$

4. Вычисляют среднюю квадратическую погрешность результатов измерений среднего арифметического  $S_{\bar{x}}$  ;

$$S_{\bar{x}} = 0,19 / \sqrt{12} \approx 0,057.$$

5. Доверительные границы случайной погрешности результата измерения  $\pm \varepsilon$  при доверительной вероятности  $P$  находим по формуле

$$\varepsilon = \pm t S(x), \quad (5)$$

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

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

$$\varepsilon = t * S = 2,262 * 0,057 \approx 0,14 \text{ мм.}$$

6. Так как отношение  $\frac{\theta}{S(\bar{x})} = \frac{0,002}{0,057} < 0,8$  , то неучтенной систематической погрешностью по сравнению со случайной погрешностью можно пренебречь и принять, что граница погрешности результата измерения  $\Delta = \varepsilon$  .

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

Результат:  $X = X_{cp} \pm \Delta = 14,86 \pm 0,14, 0,95$ .

9. Результаты наблюдений и вычислений заносятся в таблицу.

Дают заключение о годности детали по заданному размеру.

Таблица

Характеристика размера				Результаты наблюдений $X_i, \text{мм}$	Хср, мм	Результат измерения, Мм
обозначение размера	пределные отклонения		допуск T, мм			
	E1(a)	E3(ea)				
15 h14	0	0,43	15,00; 14,430	0,430	15,00	14,86
				14,90	14,90	
					14,85	
					14,75	
					15,00	
					14,90	
					14,95	
					14,70	
					14,95	
					14,85	
					15,00	
					14,50	
					14,90	

Заключение о годности детали

### **Контрольные вопросы**

1. Как называется отсчетное устройство штангенинструментов ?
2. Как устроен нониус?
3. Каково назначение штангенциркуля, штангенглубиномера, штангенрейсмаса?
4. Какие типы штангенциркулей Вы знаете?
5. Назовите основные части штангенинструментов.
6. Дайте характеристику метода измерения использованным штангенинструментом.
7. Какова метрологическая характеристика использованного штангенинструмента?
8. Какова последовательность обработки результатов измерения штангенциркулем с многоократными наблюдениями?

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Пятигорский институт (филиал) СКФУ

## **Методические указания**

по организации и проведению самостоятельной работы  
по дисциплине «**Основы метрологии, стандартизации и контроля**  
**качества в строительстве**»  
для студентов направления подготовки **08.03.01 Строительство**  
направленность (профиль) **Городское строительство и хозяйство**

**Пятигорск, 2024**

## СОДЕРЖАНИЕ

<u>1.</u>	<u>Общие положения</u>	22
<u>2.</u>	<u>Цель и задачи самостоятельной работы</u>	23
<u>3.</u>	<u>Технологическая карта самостоятельной работы студента</u>	23
<u>4.</u>	<u>Порядок выполнения самостоятельной работы студентом</u>	24
	<i><u>4.1. Методические указания по работе с учебной литературой</u></i>	24
	<i><u>4.2. Методические указания по подготовке к практическим и лабораторным занятиям</u></i>	26
	<i><u>4.3. Методические указания по самопроверке знаний</u></i>	27
	<i><u>4.4. Методические указания по написанию научных текстов (докладов, рефератов, эссе, научных статей и т.д.)</u></i>	27
<u>5.</u>	<u>Контроль самостоятельной работы студентов</u>	30
<u>6.</u>	<u>Список литературы для выполнения СРС</u>	30

## **1. Общие положения**

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 (СРС) в ВУЗе является важным видом учебной и научной деятельности студента. Самостоятельная работа студентов играет значительную роль в рейтинговой технологии обучения.

К основным видам самостоятельной работы студентов относятся:

- формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.);
- написание докладов;
- подготовка к семинарам, практическим и лабораторным работам, их оформление;
- составление аннотированного списка статей из соответствующих журналов по отраслям знаний (педагогических, психологических, методических и др.);
- выполнение учебно-исследовательских работ, проектная деятельность;
- подготовка практических разработок и рекомендаций по решению проблемной ситуации;
- выполнение домашних заданий в виде решения отдельных задач, проведения типовых расчетов, расчетно-компьютерных и индивидуальных работ по отдельным разделам содержания дисциплин и т.д.;
- компьютерный текущий самоконтроль и контроль успеваемости на базе электронных обучающих и аттестующих тестов;
- выполнение курсовых работ (проектов) в рамках дисциплин;
- выполнение выпускной квалификационной работы и др.

Методика организации самостоятельной работы студентов зависит от структуры, характера и особенностей изучаемой дисциплины, объема часов на ее изучение, вида заданий для самостоятельной работы студентов, индивидуальных качеств студентов и условий учебной деятельности.

Процесс организации самостоятельной работы студентов включает в себя следующие этапы:

- подготовительный (определение целей, составление программы, подготовка методического обеспечения, подготовка оборудования);
- основной (реализация программы, использование приемов поиска информации, усвоения, переработки, применения, передачи знаний, фиксирование результатов, самоорганизация процесса работы);
- заключительный (оценка значимости и анализ результатов, их систематизация, оценка эффективности программы и приемов работы, выводы о направлениях оптимизации труда).

Самостоятельная работа по дисциплине «Основы метрологии, стандартизации и контроля качества в строительстве» направлена на формирование следующих компетенций:

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
<b>ОПК-7</b> Способен использовать и совершенствовать	ИД-3 ОПК-7 Применяет методы и оценку метрологических характеристик средства измерения	Работает с нормативными документами по вопросам метрологии.

применяемые системы менеджмента качества в производственном подразделении с применением различных методов измерения, контроля и диагностики	(испытания); <b>ИД-4</b> ОПК-7      Оценивает погрешности измерения, проведение поверки и калибровки средства измерения; <b>ИД-5</b> ОПК-7      Оценивает соответствия параметров продукции требованиям нормативно-технических документов; <b>ИД-6</b> ОПК-7      Обеспечивает подготовку и оформление документа для контроля качества и сертификации продукции;	Применяет нормативные документы по метрологии, стандартизации и сертификации в своей профессиональной деятельности
---	---	--

## 2. Цель и задачи самостоятельной работы

Ведущая цель организации и осуществления СРС совпадает с целью обучения студента – формирование набора общенаучных, профессиональных и специальных компетенций будущего бакалавра по направлению подготовки 08.03.01 Строительство.

При организации СРС важным и необходимым условием становится 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.

Задачами СРС 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 курсовых и выпускной квалификационной работ, для эффективной подготовки к итоговым зачетам и экзаменам.

## 3. Технологическая карта самостоятельной работы студента

Коды реализуемых компетенций, индикаторов(ов)	Вид деятельности студентов	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе		
			СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
7 семестр					
ОПК-7 (ИД-3 опк-7;	Подготовка к практическим работам	Собеседование	20,7	2,3	23

ИД-4 опк-7; ИД-5 опк-7; ИД-6 опк-7)	Подготовка к лабораторным работам	Собеседование	20,7	2,3	23
	Подготовка к лекционным занятиям	Собеседование	20,7	2,3	23
	Подготовка доклада	Доклад	22,5	2,5	25
<u>Итого за 7 семестр</u>		84,6	9,4	94	
<u>Итого</u>		84,6	9,4	94	

#### **4. Порядок выполнения самостоятельной работы студентом**

##### *4.1. Методические указания по работе с учебной литературой*

При работе с книгой необходимо подобрать литературу, научиться правильно ее читать, вести записи. Для подбора литературы в библиотеке используются алфавитный и систематический каталоги.

Важно помнить, что рациональные навыки работы с книгой - это всегда большая экономия времени и сил.

Правильный подбор учебников рекомендуется преподавателем, читающим лекционный курс. Необходимая литература может быть также указана в методических разработках по данному курсу.

Изучая материал по учебнику, следует переходить к следующему вопросу только после правильного уяснения предыдущего, описывая на бумаге все выкладки и вычисления (в том числе те, которые в учебнике опущены или на лекции даны для самостоятельного вывода).

При изучении любой дисциплины большую и важную роль играет самостоятельная индивидуальная работа.

Особое внимание следует обратить на определение основных понятий курса. Студент должен подробно разбирать примеры, которые поясняют такие определения, и уметь строить аналогичные примеры самостоятельно. Нужно добиваться точного представления о том, что изучаешь. Полезно составлять опорные конспекты. При изучении материала по учебнику полезно в тетради (на специально отведенных полях) дополнять конспект лекций. Там же следует отмечать вопросы, выделенные студентом для консультации с преподавателем.

Выводы, полученные в результате изучения, рекомендуется в конспекте выделять, чтобы они при перечитывании записей лучше запоминались.

Опыт показывает, что многим студентам помогает составление листа опорных сигналов, содержащего важнейшие и наиболее часто употребляемые формулы и понятия. Такой лист помогает запомнить формулы, основные положения лекции, а также может служить постоянным справочником для студента.

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:*

информационно-поисковый (задача – найти, выделить искомую информацию)

усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить, как сами сведения, излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений)

аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему)

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).

*Основные виды систематизированной записи прочитанного:*

Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения;

Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала;

Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала;

Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора;

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 указания по составлению конспекта:*

1. Внимательно прочтите 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 следя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно.

5. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учтывайте 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 студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы.

## **Вопросы для собеседования**

### **Базовый уровень**

1. Физическая величина. Единица ФВ.
2. Уравнение связи, размерность физических величин.
3. Классификация физических величин.
4. Системы единиц физических величин.
5. Международная система единиц СИ.
6. Шкалы ФВ.
7. Измерение. Элементы процесса измерений.
8. Случайная погрешность. Точечные и интервальные оценки случайной погрешности.
9. Систематические погрешности. Способы выявления и исключения систематических погрешностей.
10. Точечная и интервальная оценка систематической погрешности.

11. Грубая погрешность. Критерии оценки.
12. Неопределенность результата измерений.
13. Обработка результатов измерений. Прямые измерения с многократными наблюдениями.
14. Обработка результатов измерений. Косвенные измерения
15. Обработка результатов измерений. Серии результатов измерений
16. Назначение и функциональные возможности аналоговых и ЦО
17. Четыре составляющие погрешности аналог и цифровых вольтметров.
18. Относительная и абсолютная погрешность измерений, получаемых с помощью вольтметра. Класс точности вольтметра.
19. Структурные схемы электромеханических вольтметров постоянного и переменного токов, выполненных на основе микроамперметра.
20. Структурные схемы аналоговых электронных вольтметров постоянного и переменного токов.
21. Влияние формы сигнала на показание вольтметров.

### **Повышенный уровень**

1. Условия измерений.
2. Точность результата измерений.
3. Классификация измерений.
4. Методы измерений.
5. Погрешность результата и средства измерений.
6. Классификация погрешностей.
7. Систематическая погрешность. Основные понятия.
8. Грубая погрешность. Основные понятия.
9. Оценка неопределенности измерений.
10. Классификация СИ.
11. Эталоны.
12. Метрологические характеристики СИ.
13. Класс точности СИ.
14. Классификация измерительных приборов.
15. Значения, характеризующие электрические сигналы различной формы
16. Система обеспечения единства измерений.
17. Организационная структура системы обеспечения единства измерений.
18. Метрологический контроль.
19. Утверждение типа СИ.
20. Метрологическая аттестация СИ.
21. Проверка СИ.
22. Калибровка СИ.
23. Методы и методики поверки и калибровки.
24. Государственный метрологический надзор.
25. Международная организация мер и весов, Международная организация законодательной метрологии.

#### *4.2. Методические указания по подготовке к практическим и лабораторным занятиям*

Для того чтобы практические и лабораторные занятия приносили максимальную пользу, необходимо помнить, что упражнение и решение задач 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 практических занятиях 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 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). Решение проблемных задач или примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных. Решения при необходимости нужно сопровождать комментариями, схемами, чертежами и рисунками.

Следует помнить, что решение каждой учебной задачи должно доводиться до окончательного логического ответа, которого требует условие, и по возможности с выводом. Полученный ответ следует проверить способами, вытекающими из существа данной задачи. Полезно также (если возможно) решать несколькими способами и сравнить полученные результаты. Решение задач данного типа нужно продолжать до приобретения твердых навыков в их решении.

#### *4.3. Методические указания по самопроверке знаний*

После изучения определенной темы по записям в конспекте и учебнику, а также решения достаточного количества соответствующих задач на практических занятиях и самостоятельно студенту рекомендуется, провести самопроверку усвоенных знаний, ответив на контрольные вопросы по изученной теме.

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.

#### *4.4. Методические указания по написанию научных текстов (докладов, рефератов, эссе, научных статей и т.д.)*

Перед тем, как приступить к написанию научного текста, важно разобраться, какова истинная цель вашего научного текста - это поможет вам разумно распределить свои силы и время.

Во-первых, сначала нужно определиться с идеей научного текста, а для этого необходимо научиться либо относиться к разным явлениям и фактам несколько критически (своя идея – как иная точка зрения), либо научиться увлекаться какими-то известными идеями, которые нуждаются в доработке (идея – как оптимистическая позиция и направленность на дальнейшее совершенствование уже известного). Во-вторых, научиться организовывать свое время, ведь, как известно, свободное (от всяких глупостей) время – важнейшее условие настоящего творчества, для него наконец-то появляется время. Иногда именно на организацию такого времени уходит немалая часть сил и талантов.

Писать следует ясно и понятно, стараясь основные положения формулировать четко и недвусмысленно (чтобы и самому понятно было), а также стремясь структурировать свой текст. Каждый раз надо представлять, что ваш текст будет кто-то читать и ему захочется сориентироваться в нем, быстро находить ответы на интересующие вопросы (заодно представьте себя на месте такого человека). Понятно, что работа, написанная «сплошным текстом» (без заголовков, без выделения крупным шрифтом наиболее важным мест и т. п.), у культурного читателя должна вызывать

брезгливость и даже жалость к автору (исключения составляют некоторые древние тексты, когда и жанр был иной и к текстам относились иначе, да и самих текстов было гораздо меньше – не то, что в эпоху «информационного взрыва» и соответствующего «информационного мусора»).

Объем текста и различные оформительские требования во многом зависят от принятых в конкретном учебном заведении порядков.

Реферат (доклад) - это самостоятельное исследование студентом определенной проблемы, комплекса взаимосвязанных вопросов.

Реферат не должна составляться из фрагментов статей, монографий, пособий. Кроме простого изложения фактов и цитат, в реферате должно проявляться авторское видение проблемы и ее решения.

Рассмотрим основные этапы подготовки реферата студентом.

Выполнение реферата начинается с выбора темы.

Затем студент приходит на первую консультацию к руководителю, которая предусматривает:

- обсуждение цели и задач работы, основных моментов избранной темы;
- консультирование по вопросам подбора литературы;
- составление предварительного плана.

Следующим этапом является работа с литературой. Необходимая литература подбирается студентом самостоятельно.

После подбора литературы целесообразно сделать рабочий вариант плана работы. В нем нужно выделить основные вопросы темы и параграфы, раскрывающие их содержание.

Составленный список литературы и предварительный вариант плана уточняются, согласуются на очередной консультации с руководителем.

Затем начинается следующий этап работы - изучение литературы. Только внимательно читая и конспектируя литературу, можно разобраться в основных вопросах темы и подготовиться к самостоятельному (авторскому) изложению содержания реферата. Конспектируя первоисточники, необходимо отразить основную идею автора и его позицию по исследуемому вопросу, выявить проблемы и наметить задачи для дальнейшего изучения данных проблем.

Систематизация и анализ изученной литературы по проблеме исследования позволяют студенту написать работу.

Рабочий вариант текста реферата предоставляется руководителю на проверку. На основе рабочего варианта текста руководитель вместе со студентом обсуждает возможности доработки текста, его оформление. После доработки реферат сдается на кафедру для его оценивания руководителем.

#### *Требования к написанию реферата*

Написание 1 реферата является обязательным условием выполнения плана СРС по любой дисциплине профессионального цикла.

Тема реферата может быть выбрана студентом из предложенных в рабочей программе или фонде оценочных средств дисциплины, либо определена самостоятельно, исходя из интересов студента (в рамках изучаемой дисциплины). Выбранную тему необходимо согласоваться с преподавателем.

Реферат должен быть написан научным языком.

Объем реферата должен составлять 20-25 стр.

#### *Структура реферата:*

- Введение (не более 3-4 страниц). Во введении необходимо обосновать выбор темы, ее актуальность, очертить область исследования, объект исследования, основные цели и задачи исследования.
- Основная часть состоит из 2-3 разделов. В них раскрывается суть исследуемой проблемы, проводится обзор мировой литературы и источников Интернет по предмету

исследования, в котором дается характеристика степени разработанности проблемы и авторская аналитическая оценка основных теоретических подходов к ее решению. Изложение материала не должно ограничиваться лишь описательным подходом к раскрытию выбранной темы. Оно также должно содержать собственное видение рассматриваемой проблемы и изложение собственной точки зрения на возможные пути ее решения.

- Заключение (1-2 страницы). В заключении кратко излагаются достигнутые при изучении проблемы цели, перспективы развития исследуемого вопроса
- Список использованной литературы (не меньше 10 источников), в алфавитном порядке, оформленный в соответствии с принятыми правилами. В список использованной литературы рекомендуется включать работы отечественных и зарубежных авторов, в том числе статьи, опубликованные в научных журналах в течение последних 3-х лет и ссылки на ресурсы сети Интернет.

- Приложение (при необходимости).

*Требования к оформлению:*

- текст с одной стороны листа;
- шрифт Times New Roman;
- кегль шрифта 14;
- межстрочное расстояние 1,5;
- поля: сверху 2,5 см, снизу – 2,5 см, слева - 3 см, справа 1,5 см;
- реферат должен быть представлен в сброшюрованном виде.

*Порядок защиты реферата:*

Защита реферата проводится на практических занятиях, после окончания работы студента над ним и исправления всех недочетов, выявленных преподавателем в ходе консультаций. На защиту реферата отводится 5-7 минут времени, в ходе которого студент должен показать свободное владение материалом по заявленной теме. При защите реферата приветствуется использование мультимедиа-презентации.

*Оценка реферата*

Реферат оценивается по следующим критериям:

- соблюдение требований к его оформлению;
- необходимость и достаточность для раскрытия темы приведенной в тексте реферата информации;
- умение студента свободно излагать основные идеи, отраженные в реферате;
- способность студента понять суть задаваемых преподавателем и сокурсниками вопросов и сформулировать точные ответы на них.

*Критерии оценки:*

*Оценка «отлично»* выставляется студенту, если в докладе студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний; использует для написания доклада современные научные материалы; анализирует полученную информацию; проявляет самостоятельность при написании доклада.

*Оценка «хорошо»* выставляется студенту, если качество выполнения доклада достаточно высокое. Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопросы по теме доклада.

*Оценка «удовлетворительно»* выставляется студенту, если материал доклада излагается частично, но пробелы не носят существенного характера, студент допускает неточности и ошибки при защите доклада, дает недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении материала.

*Оценка «неудовлетворительно»* выставляется студенту, если он не подготовил доклад или допустил существенные ошибки. Студент неуверенно излагает материал доклада, не отвечает на вопросы преподавателя.

## **Темы докладов**

### **Базовый уровень**

1. Абсолютные и относительные погрешности измерений.
2. Систематические, случайные, грубые погрешности измерений и промахи.
3. Объективные и субъективные погрешности.
4. Методическая, инструментальная погрешности.
5. Погрешности средств измерений.
6. Точность, правильность средства измерений.
7. Измерение плотности.
8. Измерение температуры.
9. Вязкость жидкости.
10. Приборы и устройства для измерения уровня жидкости.
11. Краткие сведения о приборах и установках для измерения гидромеханических сил и моментов.

### **Повышенный уровень**

1. Метрологические характеристики средств измерений
2. Измерительный прибор.
3. Измерительный преобразователь.
4. Измерительная установка.
5. Измерительные системы.
6. Информационно-измерительные технологии.

## **5. Контроль самостоятельной работы студентов**

Контроль самостоятельной работы проводится преподавателем в аудитории.

Предусмотрены следующие виды контроля: собеседование, оценка реферата, оценка презентации, оценка участия в круглом столе, оценка выполнения проекта.

Подробные критерии оценивания компетенций приведены в Фонде оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации.

## **6. Список литературы для выполнения СРС**

### **Основная литература:**

1. Радкевич Я.М. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник для вузов/ Я.М. Радкевич, А.Г.Схицладзе, Б.И. Лактионов. – М.: Высш. шк., 2011. – 790 с.
2. Ким К.К. Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника / К.К. Ким, Г.Н. Анисимов, В.Ю. Барбирович, Б.Я. Литвинов. – М.: Питер, 2012. – 369 с.

### **Дополнительная литература:**

3. ГОСТ 8.417-2002. Единицы величин.
4. Атамалиян Э.Г. Приборы и методы измерения электрических величин. 3 изд. М.: Дрофа, 2005. 415 с.