

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
Высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИИ,
СТАНДАРТИЗАЦИИ И КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА В
СТРОИТЕЛЬСТВЕ»**

Направление подготовки
Направленность (профиль)

08.03.01 Строительство
Проектирование зданий

Ставрополь

Практическое занятие № 1

Перевод внесистемных единиц в Международную систему единиц физических величин.

Цель работы:

Овладение умениями перевода внесистемных единиц измерения физических величин в единицы Международной системы (СИ).

Задачи работы: Произвести перерасчет внесистемных единиц в единицы системы СИ.

Общие теоретические сведения

Физическая величина (ФВ) - характеристика одного из свойств физического объекта (физической системы, явления или процесса), общая в качественном отношении по многим физическим объектам, но в количественном отношении индивидуальна для каждого объекта.

Единица физической величины - ФВ фиксированного размера, которой условно присвоено значение равное единице и применяемая для количественного выражения однородных ФВ.

Значение физической величины - оценка ее размера в виде некоторого числа по принятой для нее шкале.

Различают: основные, производные, системные и внесистемные единицы.

Единицы измерения

Правовой основой обеспечения единства измерений в России является закон РФ от 26.06.2008 № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений».

Единство измерений подразумевает *согласованность* размеров единиц всех величин.

Совокупность основных и производных единиц ФВ, образованная в соответствии с принятыми принципами, называется *системой единиц физических величин*. В Российской Федерации используется система единиц СИ, введенная ГОСТ 8.417-2002 «ГСИ. Единицы физических величин».

Основные единицы физических величин системы СИ показаны в табл. 1.

Таблица 1					
Величина			Единица		
Наименование	Обозначение		Наименование	Обозначение	
	размерность	рекомендуемое		русское	международное
Длина	L	l	метр	м	m
Масса	M	m	килограмм	кг	kg
Время	T	t	секунда	с	s
Сила электрического тока	I	I	ампер	A	A
Термодинамическая температура	Θ	Θ	кельвин	K	K
Количество вещества	N	n, ν	моль	моль	mol
Сила света	J	J	канделла	кд	cd

Производная единица измерения - это единица производной ФВ системы единиц, образованная в соответствии с уравнениями, связывающими ее с основными единицами или же с основными и уже определенными производными.

Производные единицы системы СИ, имеющие специальное название приведены в табл. 2.

Таблица 2

Величина		Единица		
Наименование	Размерность	Наименование	Обозначение	Выражение через ед. СИ
Частота	T^{-1}	герц	Гц	s^{-1}
Сила, вес	$LM T^{-2}$	ньютон	Н	$m \cdot kg \cdot s^{-2}$
Давление, механическое напряжение	$L^{-1} M T^{-2}$	паскаль	Па	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$
Энергия, работа, количество теплоты	$L^2 M T^{-2}$	джоуль	Дж	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
Мощность	$L^2 M T^{-3}$	ватт	Вт	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$
Количество электричества	TI	кулон	Кл	$C \cdot A$
Электрическое напряжение, потенциал	$L^2 M T^{-3} I^{-1}$	вольт	В	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$
Электрическая емкость	$L^{-2} M^{-1} T^4 I^2$	фарад	ф	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2$
Электрическое сопротивление	$L^2 M T^{-3} I^{-2}$	ом	Ом	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-2}$
Магнитная индукция	$MT^{-2} I^{-1}$	тесла	Тл	$kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$

Все основные, производные (как кратные, так и дольные) единицы являются системными. *Внесистемная единица* - это единица ФВ, не входящая ни в одну из принятых систем единиц. Внесистемные единицы по отношению к единицам СИ делятся на 4 вида:

- допускаемые наравне с единицами СИ, например: единицы массы - тонна; плоского угла - градус, минута, секунда; объема - литр и др.;
- допускаемые к применению в специальных областях, например: астрономическая единица, парсек, световой год - единицы длины в астрономии; диоптрия - единица оптической силы в оптике; электронвольт - единица энергии в физике и т.д.;
- временно допускаемые к применению наравне с единицами СИ, например: морская миля - в морской навигации; карат - единица массы в ювелирном деле и др. Эти единицы в дальнейшем должны изыматься из употребления в соответствии с международными соглашениями;
- изъятые из употребления, но продолжающие применяться в отдельных странах, например: миллиметр ртутного столба - единица давления; лошадиная сила - единица мощности и некоторые другие.

Различают кратные и дольные единицы ФВ.

Кратная единица - это единица ФВ, в целое число раз превышающая системную или внесистемную единицу. Например, единица длины - километр равна 10^3 м, т.е. кратная метру.

Дольная единица - единица ФВ, значение которой в целое число раз меньше системной или внесистемной единицы. Например, единица длины миллиметр равна 10^{-3} м, т.е. является дольной. Приставки для образования кратных и дольных единиц СИ приведены в табл. 3.

Множители и приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц ФВ и их наименований в табл. 3.

Таблица 3

Множитель	Приставка	Обозначение	Множитель	Приставка	Обозначение
10^{18}	экса	Э	10^{-1}	деци	д
10^{15}	пета	П	10^{-2}	санти	с
10^{12}	тера	Т	10^{-3}	милли	м
10^9	гига	Г	10^{-6}	микро	мк
10^6	мега	М	10^{-9}	нано	н
10^3	кило	к	10^{-12}	пико	п
10^2	гекто	г	10^{-15}	фемто	ф
10^1	дека	да	10^{-18}	атто	а

Соотношения между единицами измерения СИ и наиболее часто встречающимися единицами других систем, и внесистемными единицами приведены в табл. 4.

Таблица 4

№ п.п.	Величины	Единицы измерения в СИ	Соотношение между единицами измерения СИ и наиболее часто встречающимися единицами других систем и внесистемными
1	Длина	м	1 мкм = 10^{-6} м
2	Масса	кг	1 т = 1000 кг 1 ц = 100 кг
3	Температура	К	$0 = (t\text{ }^{\circ}\text{C} + 273,15) \text{ К}$
4	Вес (сила тяжести)	Н	1 кг = 9,81 Н 1 дин = 10^{-5} Н
5	Давление	Па	1 бар = 10^5 Па 1 мбар = 100 Па 1 дин / см ² = 1 мкбар = 0,1 Па 1 кгс / см ² = 1 ат = $9,81 \times 10^4$ Па = 735 мм.рт.ст. 1 кгс / м ² = 9,81 Па 1 мм.вод.ст. = 9,81 Па
6	Мощность	Вт	1 кгс х м / с = 9,81 Вт 1 эрг / с = 10^{-7} Вт 1 ккал/ч $\approx$ 1,163 Вт
7	Объем	м ³	1 л = 10^{-3} м ³ = 1 дм ³
8	Плотность	кг / м ³	1 т / м ³ = 1 кг / дм ³ = 1 г / см ³ = 10^3 кг / м ³
9	Работа, энергия, количество теплоты	Дж	1 кгс х м = 9,81 Дж 1 эрг = 10^{-7} Дж 1 кВт х ч = $3,6 \times 10^6$ Дж = 4,19 кДж 1 ден $\sim$ 0,24 кал

Задание. Выразить в соответствующих единицах значения физических величин (подвариантное задание по табл. 5), используя табл. 1-4 данного пособия. Дать определения заданной и выраженной в соответствующих единицах ФВ (основная, производная, внесистемная, дольная, кратная).

Пример выполнения:

Заданное значение	Значение в требуемых единицах
10 Н	10^{-6} дин
100 кг	1 ц
32 $^{\circ}\text{C}$	$32 + 273,15 = 370 \text{ К}$
0,1 л	0,1 дм ³

Приложение к ПЗ 1

Варианты заданий для самостоятельной работы приведены в табл. 5.

Таблица 5

Варианты заданий					
1,7, 13, 19		2,8, 14, 20		3, 9,15, 21	
Задание	Ответ	Задание	Ответ	Задание	Ответ
10м	мкм	100м	мм	100см	м
100кг	т	100кг	ц	100кг	г
37 °С	0 =	32 °С	0 =	25 °С	0 =
250К	°С	450К	°С	210 К	°С
10Па	бар	10Па	Мбар	10Па	дин/см ²
100Па	мм.рт.ст.	100Па	кгс/см ²	100Па	мм.вод.ст.
1000 мм.рт.ст.	мбар	1000 мм.рт.ст.	Па	1000 мм.рт.ст.	кгс/ см ²
10 Н	кг	10 Н	дин	10 Н	г
10Вт	ккал/ч	10Вт	эрг/с	10Вт	кгс-м/с
10Дж	ккал	10Дж	кВт-ч	10Дж	эрг
0,1л	см ³	0,1л	дм	0,1л	м ³
0,1 м/с	м/ч	0,1 м/с	км/с	0,1 м/с	км/ч
10 А	ГА	10 А	кА	10 А	МА
100Вт	МВт	100Вт	сВт	100Вт	дВт
1 кг / м ³	кг/дм ³	1 кг /м ³	г/см ³	1 кг / м ³	г/м ³
Варианты заданий					
4, 10, 16, 22		5, 11, 17, 23		6,12,18, 24	
Задание	Ответ	Задание	Ответ	Задание	Ответ
1Мм	м	10мкм	м	100мм	м
10т	кг	100ц	т	100г	кг
48 °С	0 =	53 °С	0 =	70 °С	0 =
375К	°С	273К	°С	300К	°С
10Па	ат	10Па	мм.рт.ст.	10Па	мбар
100Па	кгс/м ²	100Па	мкбар	100Па	дин/м ²
1000 мм.рт.ст.	дин/см ²	1000 мм.рт.ст.	ат	1000 мм.рт.ст.	кгс/м ²
10 Н	дг	10 Н	сг	10 Н	дин
1Вт	ккал/ч	1Вт	кгс-м/с	1Вт	эрг/с
1Дж	ккал	1Дж	кВт-ч	1Дж	эрг
0,01л	см ³	0,01л	дм	0,01л	м ³
0,1 м/с	м/мин	0,1 м/с	км/мин	0,01 м/с	км/ч
0,1 А	гА	0,1 А	сА	0,1 А	МА
1Вт	МВт	1Вт	сВт	1Вт	дВт
1 кг / м ³	кг/дм ³	1 кг / м ³	г/см ³	1 кг / м ³	мг/ м ³

Практическое занятие № 2

Математическая обработка результатов наблюдений при многократных измерениях.

Цель работы:

Овладение умениями проведения математической обработки результатов наблюдений.

Задачи работы:

1. Точность измерений. Влияние погрешностей на точность измерений.
2. Расчет среднеквадратичного отклонения.
3. Определение доверительных границ интервала истинного значения измеряемой величины.
4. Определение доверительной вероятности (надежности) измерений.

Теоретическая часть

Точность измерений зависит от случайных погрешностей измерений, которые вызываются большим числом случайных причин (изменением температуры, давления, сотрясения здания и т.д.), действия которых на каждое измерение различно и не может быть заранее учтено. Исключить случайные погрешности отдельных измерений невозможно, но можно уменьшить влияние этих погрешностей на окончательный результат путем проведения многократных измерений. Если случайная погрешность окажется меньше приборной (систематической), то нет смысла дальше уменьшать величину случайной погрешности за счет увеличения числа измерений. Если же случайная погрешность больше приборной, то число измерений следует увеличить, чтобы уменьшить значение случайной погрешности и сделать ее меньше или одного порядка с погрешностью прибора.

Оценка случайной погрешности. Доверительный интервал и доверительная вероятность

Обозначим значение измеряемой величины через x , истинное значение измеряемой величины μ , среднее арифметическое значение, полученное в результате измерений $\bar{x}$, а случайная абсолютная погрешность Δx .

Результат измерений запишется в виде $\mu = \bar{x} \pm \Delta x$.

Интервал значений от $\bar{x} - \Delta x$ до $\bar{x} + \Delta x$, в который попадает истинное значение измеряемой величины μ , называется **доверительным интервалом**. Поскольку Δx является случайной величиной, то истинное значение попадает в доверительный интервал с вероятностью α , которая называется **доверительной вероятностью**, или **надежностью** измерений.

Для отыскания доверительного интервала и доверительной вероятности

при небольшом числе измерений, с которым мы имеем дело в ходе выполнения лабораторных измерительных работ, используется **распределение вероятностей Стьюдента**. Это распределение вероятностей случайной величины $t_{a,n}$, называемой **коэффициентом** или **квантилем Стьюдента**, дает значение доверительного интервала Δx в долях средней квадратичной ошибки результатов измерения S от среднего арифметического $\bar{x}$.

$$t_{a,n} = \Delta x / S \quad (1)$$

Среднеквадратическое отклонение S определяется по формуле:

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

При неизвестной дисперсии (реальный случай, когда число измерений небольшое):

$$X = \bar{x} \cdot (1 - t_{a,n} Cv), \quad (3)$$

где $\bar{x} = \sum x_i / n$ - среднеарифметическое значение измерений измеряемой неизвестной величины;

n - количество измерений;

Cv - коэффициент изменчивости результатов измерений, определяемый по формуле:

$$Cv = S / \bar{x}, \quad (4)$$

$(1 - t_{a,n} Cv)$ - величина, на которую нужно уменьшить среднеарифметическое значение $\bar{x}$, для получения значения измеряемой величины с заданной вероятностью его соответствия истинному значению в соответствии с правилами математической статистики.

Значение коэффициента Стьюдента $t_{a,n}$ определяется из таблицы Стьюдента (приложение, табл. 1) на пересечении строки, соответствующей числу измерений n , и столбца, соответствующего доверительной вероятности измерений a .

Самостоятельная работа. Решить задачи статистической обработки результатов косвенных измерений. Расчет точности косвенных измерений произвести с использованием нормированного распределения Стьюдента.

Задание 1

При взвешивании пустой мерной емкости и той же мерной емкости с реагентом получены по результатам 5 замеров разности отсчетов показаний $R_i = 50,6; 49,5; 50,4; 50,2; \text{ и } 49,5$ г, соответственно. Рассчитать доверительные границы интервала необходимой массы реагента $m = 50$ г, наливаемого в мерную емкость.

Пример:

Находим среднеарифметическое значение измерений измеряемой

неизвестной величины:

$$\bar{x} = \frac{\sum R_i}{n} = \frac{50,6+49,5+50,4+50,2+49,5}{5} = 50,4.$$

Далее определяем случайную абсолютную погрешность: $\Delta x = 0,64$.

Находим границы доверительного интервала:

1) $\mu = \bar{x} - \Delta x = 50,4 - 0,64 = 49,4$;

2) $\mu = \bar{x} + \Delta x = 50,4 + 0,64 = 50,68$.

Доверительный интервал: (49,4...50,68).

Задание 2

Определить класс бетона на основании серии из n косвенных испытаний прочности с помощью склерометра Шмидта с требуемой точностью $A = 0,95$ (95%).

Таблица 1

№ испыт.	1	2	3	4	5	6
Значение прочности, кг/см ²	100,0	112,0	92,0	98,0	104,0	101,0

Пример:

Находим среднеарифметическое значение измерений:

$$\bar{x} = \frac{\sum R_i}{n} = \frac{100+112+92+98+104+101}{6} = 101,17;$$

Определяем коэффициент Стьюдента по таблице 1 для 6 измерений:

$$t_{a,n} = 2,6;$$

Находим среднеквадратическое отклонение:

$$S = \sqrt{0,2 \cdot ((100 - 101,17)^2 + (112 - 101,17)^2 + (92 - 101,17)^2 + (98 - 101,17)^2 + (104 - 101,17)^2 + (101 - 101,17)^2)} = 6,65;$$

Коэффициент изменчивости результатов измерений определим по формуле:

$$Cv = \frac{S}{\bar{x}} = \frac{6,65}{101,17} = 0,065;$$

$$\text{При небольшом количестве измерений: } X = \bar{x} \cdot (1 - t_{a,n} Cv) = 84,07;$$

По таблице соотношения между классами и марками бетона по прочности: $X=84,07=98 \rightarrow$ класс бетона В7,5 (М100).

Задание 3

При взвешивании на автовесах пустого и загруженного бетоновоза получены по результатам 5 замеров разности отсчетов показаний $R_i = 12,6; 11,5; 11,4; 12,2; 12,6$ и $13,0$ т, соответственно.

Рассчитать доверительные границы массы бетона $m=12,5$ т, загружаемого в бетоновоз.

Пример: выполняется по аналогии с заданием 1.

Задание 4

Определить фактическую прочность кирпича на основании серии из n косвенных испытаний прочности с помощью склерометра Шмидта с требуемой точностью $A = 0,98$ (98%)

Результаты косвенных испытаний прочности (кгс/см²) следующие.

№ испыт.	1	2	3	4	5	6	7	8
Значение	65,0	62,0	58,0	58,0	54,0	55,0	61,0	60,0

Пример: выполняется по аналогии с заданием 2.

Таблица Стьюдента доверительной вероятности измерений α

n	a			
	0,8	0,9	0,95	0,98
3	1,9	2,9	4,3	7,0
4	1,6	2,4	3,2	4,5
5	1,5	2,1	2,8	3,7
6	1,5	2,0	2,6	3,4
7	1,4	1,9	2,4	3,1
8	1,4	1,9	2,4	3,9

Таблица 2

Таблица соотношения между классом и марками бетона по прочности

Класс бетона	Средняя прочность данного класса, кгс/кв.см	Ближайшая марка бетона
B3,5	46	M50
B5	65	M75
B7,5	98	M100
B10	131	M150
B12,5	164	M150
B15	196	M200
B20	262	M250
B25	327	M350
B30	393	M400
B35	458	M450
B40	524	M550
B45	589	M600
B50	655	M600
B55	720	M700
B60	786	M800

Практическое занятие № 3

Погрешности измерений

Цель работы: Изучение основных понятий метрологии, математической обработки результатов наблюдений. Погрешности измерений.

Задачи работы:

Разобраться в определении погрешностей.

Выяснить, о чем свидетельствует каждая из погрешностей, и указать способы ее снижения.

Погрешность измерения - оценка отклонения измеренного значения величины от ее истинного значения. Погрешность измерения является характеристикой (мерой) точности измерения.

Например, при измерении отрезка времени t секундомером с ценой деления 0,2 с можно сказать, что истинное значение его находится в интервале от $t_1 = (t - 0,2с)$ до $t_2 = (t + 0,2 с)$. Таким образом, измеряемая величина всегда содержит в себе некоторую погрешность $\Delta X = \mu - X$, где μ и X - соответственно, истинное и измеренное значения исследуемой величины. Величина ΔX называется **абсолютной погрешностью** (ошибкой) измерения, а выражение $E = \frac{\Delta X}{\mu} 100\%$, характеризующее точность измерения, называется **относительной погрешностью**.

Все возникающие при измерениях погрешности обычно разделяют на три типа:

- *систематические;*
- *случайные;*
- *промахи или грубые ошибки.*

Систематические погрешности обусловлены ограниченной точностью изготовления приборов. Обычно величина систематической погрешности прибора указывается в его техническом паспорте. Эту погрешность приходится приписывать окончательному результату измерений.

Случайные погрешности вызываются большим числом случайных причин (изменением температуры, давления, сотрясения здания и т.д.), действия которых на каждое измерение различно и не может быть заранее учтено. Исключить случайные погрешности отдельных измерений невозможно, но можно уменьшить влияние этих погрешностей на окончательный результат путем проведения многократных измерений.

Грубые погрешности (промахи). При однократных измерениях обнаружить промах не представляется возможным. Для уменьшения

вероятности появления промахов измерения проводят два, три раза и за результат принимают среднее арифметическое полученных отсчетов. При многократных измерениях для обнаружения промахов используют статистические критерии, предварительно определив, какому виду распределения соответствует результат измерений.

Для выявления грубых погрешностей задаются вероятностью q (уровнем значимости) того, что сомнительный результат действительно мог иметь место в данной совокупности результатов измерений.

Для результатов измерений, распределенных по нормальному закону, грубые погрешности выявляются решением неравенства $|(X_{\text{ср}} - X_i)| > 3S$, где S - средняя квадратичная ошибка (среднеквадратическое отклонение от среднеарифметического значения величины X).

Рекомендуется назначать границы грубых погрешностей (цензурирования) в зависимости от объема выборки:

при $6 < n < 100$ она равна $4S$;

при $100 < n < 1000$ - $4,5S$;

при $1000 < n < 10000$ - $5S$.

Критерий Романовского применяется, если число измерений $n < 20$. При этом с учетом коэффициента значимости $q = 1 - \alpha$, где α - требуемая вероятность достоверности результатов, вычисляется отношение $|(X_{\text{ср}} - X_i)/SX| = \beta$ и сравнивается с критерием β_t , выбранным по табл. 1. Если $\beta > \beta_m$, то результат X_i считается промахом и отбрасывается.

Значения критерия Романовского

Таблица 1

q	$n = 4$	$n = 6$	$n = 8$	$n = 10$	$n = 12$	$n = 15$	$n = 20$
0,01	1,73	2,16	2,43	2,62	22,75	2,90	3,08
0,02	1,72	2,13	2,37	2,54	2,66	2,80	2,96
0,05	1,71	2,10	2,27	2,41	2,52	2,64	2,78
0,10	1,69	2,00	2,17	2,29	2,39	2,49	2,62

Решение задач по теме

А. Определение погрешности измерений прибора

Важнейшей характеристикой прибора является его погрешность. Обычно точность прибора характеризуется приведенной погрешностью. Приведенная погрешность γ есть отношение абсолютной погрешности ΔX которая для данного прибора считается постоянной, к пределу шкалы прибора:

$$\gamma = (\Delta X / A_{\text{max}}) \cdot 100\%.$$

Значение измеряемой величины по измерительной шкале прибора определяется следующим образом:

$$X = n \cdot A_{\max} / N,$$

здесь n - показание стрелки прибора в делениях шкалы;

N - полное число делений шкалы;

$A_{\max}$ - предел измерения, т.е. значение, соответствующее полному отклонению стрелки на включенном диапазоне прибора.

Величина $\alpha = A_{\max} / N$ называется ценой деления.

Электроизмерительным приборам, основная погрешность которых выражается в виде приведенной погрешности, присваивают классы точности. Класс точности прибора указывается на его шкале (например, 0,1; 0,2; 0,5).

Результат измерения представляется в виде: $X \pm \Delta X$, где

$$\Delta X = \gamma \cdot A_{\max} / 100\%.$$

Пример оценки приведенной приборной погрешности измерений

Например: напряжение $U = 100\text{В}$, измеренное вольтметром с пределом $A_{\max} = 200\text{В}$ и приведенной погрешностью $\gamma = 0,5$ должно быть представлено в виде $U = (100 \pm 1)\text{В}$. Обратите внимание, что относительная погрешность $\Delta U / U = 1\%$, а не 0,5 %, как в том случае, если бы мы измеряли напряжение $U \sim 200\text{В}$. Если этим же прибором попытаться измерить напряжение $U = 1\text{В}$, то $\Delta U / U = 200\%$, т.е. в этом случае мы вообще ничего не можем сказать о величине измеряемого напряжения.

Этот пример показывает, что электроизмерительный прибор или диапазон многопредельного прибора необходимо выбирать в зависимости от ожидаемой величины измеряемого сигнала таким образом, чтобы показания прибора были в конце его шкалы.

Разбор решения:

ΔX — абсолютная погрешность:

$$\Delta X = \gamma \cdot A_{\max} / 100\%.$$

$$\gamma = 0,5$$

$$A_{\max} = 200\text{В}$$

$$\Delta X = 0,5 \cdot 200 / 100\% = 1\%$$

В данном приборе X — это напряжение U

где $\Delta X = \Delta U = 1\%$ — абсолютная погрешность для данного прибора,

тогда:

При измерении напряжения 100 В погрешность запишем в виде $U = (100 \pm 1)\text{В}$.

При измерении напряжения 200 В погрешность запишем в виде $U = (200 \pm 0,5)\text{В}$.,

где $\Delta X = \Delta U = \gamma = 0,5\%$ — приведённая погрешность для данного прибора.

Если этим же прибором попытаться измерить напряжение $U = 1 \text{ В}$, то $\Delta U/U = 200\%$, так как $200/1 = 200\%$, т.е. в этом случае мы вообще ничего не можем сказать о величине измеряемого напряжения.

Б. Выявление и исключение грубых погрешностей

Пример решения

При диагностировании топливной системы автомобиля результаты $n=5$ измерений расхода топлива составили: 22, 24, 26, 28, 30 л на 100 км.

$Z=5$ результат вызывает сомнение. Проверить по критерию Романовского при уровне значимости q не является ли он промахом.

Решение:

а) найдем среднее арифметическое значение расхода топлива без учета последнего:

$$\bar{X}_{\text{ср}} = \sum X_i / n = (22 + 24 + 26 + 28) / 4 = 25 \text{ л/на 100 км};$$

б) найдем среднеквадратичное отклонение расхода топлива без учета последнего:

$$\sigma_{\text{ср кв}} = \sqrt{\frac{1}{(n-1)} \sum (x_i - \bar{x}_{\text{ср}})^2} = 2,58 \text{ л/на 100 км};$$

в) так как число опытов $n=4$ и уровень значимости $q=0,01$, то табличный коэффициент: $\beta_t=1,73$;

г) для 5-го измерения значение коэффициента:

$$\beta = |(25-30)|/2,58 = 1,93;$$

д) так как $\beta > \beta_t$, необходимо последнее измерение отбросить, потому что данное измерение является промахом.

Самостоятельная работа

А. Определение значений погрешностей измерительных приборов

Задача 1

При поверке концевой меры длины номинального размера 100 мм получено значение 100,0006 мм.

Определить абсолютную и относительные погрешности меры.

Пример решения:

$\mu = 100 \text{ мм}$ – истинное значение;

$X=100,0006$ - измеренное значения исследуемой величины.

Находим значение абсолютной погрешности: $\Delta X = \mu - X = 100 - 100,0006 = -0,0006$;

Далее определим значение относительной погрешности по формуле:

$$E = \frac{\Delta X}{\mu} 100\% = \frac{0,0006}{100} 100\% = 0,0006\%.$$

Задача 2

Температура в масляном термостате измеряется образцовым (эталонным) палочным стеклянным термометром и поверяемым парогазовым термометром. Первый показал 111°C, второй 110°C. Определите истинное (действительное) значение температуры, абсолютную погрешность поверяемого прибора, поправку к его показаниям и оцените относительную погрешность парогазового термометра.

Пример решения:

$\mu = 111^\circ\text{C}$ – истинное значение;

$X = 110^\circ\text{C}$ – измеренное значения исследуемой величины.

Находим значение абсолютной погрешности: $\Delta X = \mu - X = 111 - 110 = 1$;

Далее определим значение относительной погрешности по формуле:

$$E = \frac{\Delta X}{\mu} 100\% = \frac{1}{111} 100 = 0,9\%.$$

Поправка к показаниям поверяемого термометра: $x = 110^\circ\text{C} \pm 1$.

Задача 3

Показания вольтметра с диапазоном измерений от 0 В до 150 В равны 51,5 В. Показания образцового вольтметра, включенного параллельно с первым – 50,0 В.

Определить относительную и приведенную погрешности рабочего вольтметра.

По аналогии с задачей 2.

Задача 4

При поверке концевой меры длины размера 20 м получено 20,0005 м. Определить абсолютную и относительную погрешности меры.

По аналогии с задачей 1.

Задача 5. В обиходе нередко можно встретить металлические линейки длиной до 300 мм с ценой деления 1 мм. С какой погрешностью можно осуществлять измерения такой линейкой?

Б. Выявление и исключение грубых погрешностей

Задача 6 (повариантная)

Самостоятельная работа

Проверить по критерию Романовского измерение Z при уровне значимости q , не является ли оно промахом. Уровень значимости $q = 1 - \alpha$, где α

- вероятность достоверности результатов измерений.

Порядок решения описан в примере «Б. Выявление и исключение грубых погрешностей.»

Таблица 2

Варианты заданий

Вариант	Результаты измерений							q	Z
1	19	17	20	23	22			0,01	2
2	11	14	13	10	9			0,02	2
3	15	15	18	14	17	17	16	0,05	3
4	5,6	4,8	5,3	5,1	4,2	5,1		0,1	5
5	10	9	7	10	11			0,01	3
6	5,6	12,6	11,2	12,9	10,			0,02	1
7	12	14	11	11	15	11	12	0,05	5
8	12,	23,5	18,3	19,1	23,7	17,		0,1	1
9	14	17	13	14	14			0,01	2
10	7,4	9,6	5,4	8,0	7,8			0,02	3
11	19	18	14	12	16	15		0,05	4
12	15	15	15	19	16	18		0,1	4
13	4,0	3,9	4,1	3,9	4,1	3,9	4,2	0,01	7
14	10,	5,4	9,7	9,1	5,0			0,02	4
15	5	7	6	7	7	6		0,05	1
16	9	12	13	9	10			0,1	3
17	10,	6,7	9,6	9,1	7,6			0,01	2
18	12	9	13	16	15	16		0,02	2
19	10,	10,3	11,4	10,9	10,			0,05	3
20	21,5	19,8	16,5	22,9	20,7			0,1	4
21	16	15	18	14	17	17	16	0,1	2
22	5,6	4,8	5,3	5,1	4,2	5,1		0,01	5

Практическое занятие № 4

Изучение и расшифровка стандартов марок сталей.

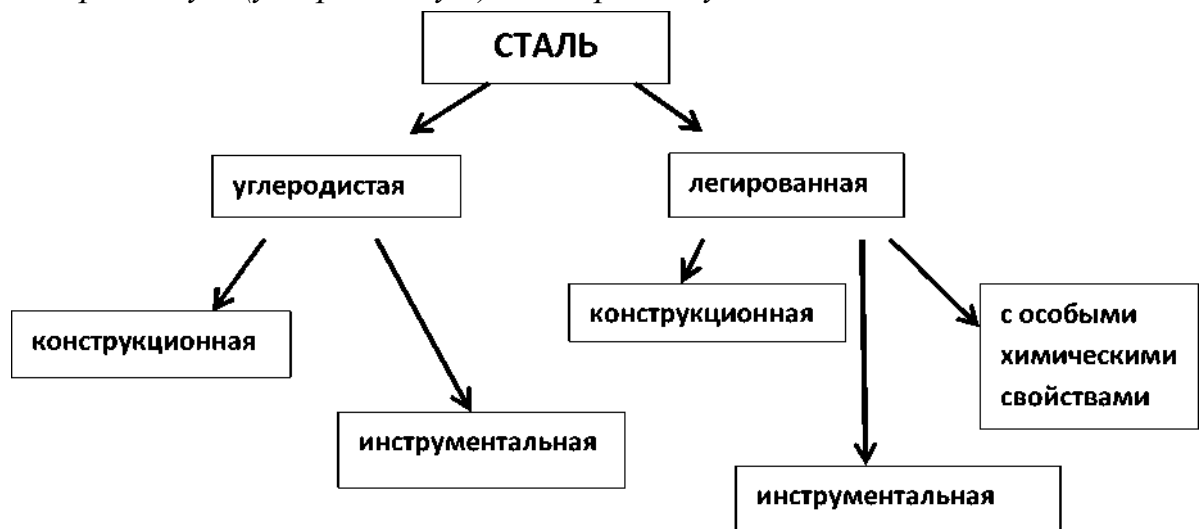
Цель работы:

Изучить российский стандарт маркировки сталей.

Общие теоретические сведения

Расшифровка сталей, буквенные значения марок стали

Сталь по химическому составу делится на две основные группы:
нелегированную (углеродистую) и легированную.



Углеродистой сталью (ГОСТ 380-2005) называется сплав железа с углеродом (содержание углерода до 2%) с примесями кремния, серы и фосфора, причем главной составляющей примесью, определяющей свойства, является углерод. Процентное содержание элементов в стали примерно следующее: Fe - до 99,0; C - 0,05-2,0; Si - 0,15-0,35; Mn - 0,3-0,8; S - до 0,06; P - до 0,07.

Легированной называется сталь, в которой наряду с обычными примесями имеются легированные элементы, резко улучшающие ее свойства. По химическому составу (ГОСТ 5200) легированная сталь делится на три группы:

- низколегированная сталь - не более 2,5% примесей;
- среднелегированная - 2,5-10%;
- высоколегированная - свыше 10%.

В России и странах СНГ принята буквенно-цифровая система, согласно которой цифрами обозначается содержание элементов стали, а буквами - наименование элементов. Буквенные обозначения применяются также для указания способа раскисления стали: «КП - кипящая сталь, ПС -

полуспокойная сталь, СП - спокойная сталь». Существуют определенные особенности обозначения для разных групп сталей конструкционных, строительных, инструментальных, нержавеющей и др. Общими для всех обозначениями являются буквенные обозначения легирующих элементов: **Н** - никель, **Х** - хром, **К** - кобальт, **М** - молибден, **В** - вольфрам, **Т** - титан, **Д** - медь, **Г** - марганец, **С** - кремний.

Конструкционные стали обыкновенного качества нелегированные (*ГОСТ 380-94*) обозначают буквами **СТ.**, например **СТ3**. *Цифра, стоящая после букв, условно обозначает процентное содержание углерода стали (в 0,01%).*

Конструкционные нелегированные качественные стали (*ГОСТ 1050-88*) обозначают двузначным числом, указывающим на среднее содержание углерода в стали (например, **СТ10**).

Качественные стали для производства котлов и сосудов высокого давления, согласно *ГОСТ 5520-79*, обозначают как конструкционные нелегированные стали, но с добавлением буквы **К** (например, **20К**).

Конструкционные легированные стали, согласно *ГОСТ 4543-71*, обозначают буквами и цифрами. Цифры после каждой буквы обозначают примерное содержание соответствующего элемента, однако при содержании легирующего элемента менее 1,5% цифра после соответствующей буквы не ставится. Качественные дополнительные показатели - пониженное содержание примесей типа серы и фосфата обозначаются буквой **А** или **Ш**, в конце обозначения, например: (**12ХНЗА**, **18ХГ-Ш**) и т. п.

Литейные конструкционные стали, согласно *ГОСТ 977-88*, обозначаются как качественные и легированные, но в конце наименования ставят букву **Л**.

Стали строительные, согласно *ГОСТ 27772-88*, обозначают буквой **С** и цифрами, соответствующими минимальному пределу текучести стали. Дополнительно применяют обозначения: **Т** — термоупрочненный прокат, **К** - повышенная коррозионная стойкость, (например, **С 345 Т**, **С 390 К** и т.п.). Аналогично буквой **Д** обозначают повышенное содержание меди.

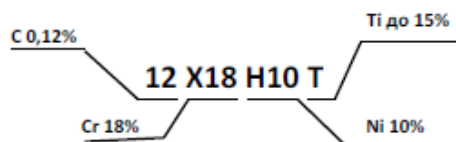
Стали инструментальные нелегированные, согласно *ГОСТ 1435-90*, делят на качественные, обозначаемые буквой **У** и цифрой, указывающей среднее содержание углерода (например, **У7**, **У8**, **У10**) и высококачественные, обозначаемые дополнительной буквой **А** в конце наименования (например, **У8А**) или дополнительной буквой **Г**, указывающей на дополнительное увеличение содержания марганца (например, **У8ГА**).

Стали инструментальные легированные, *согласно ГОСТ 5950-73, обозначаются так же, как и конструкционные легированные (например,*

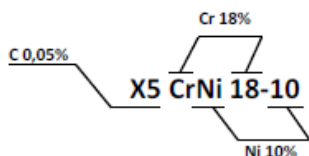
4X2B5MФ и т.п.).

Стали нержавеющей стандартные, согласно ГОСТ 5632-72, маркируют буквами и цифрами по принципу, принятому для конструкционных легированных сталей (например, 08X18H10T или 16X18H12C4TЮЛ). Содержание легирующих добавок, устойчивых к коррозии (хрома) > 12%.

Сочетания букв и цифр дают характеристику легированной стали. Если впереди марки стоят две цифры, они указывают среднее содержание углерода в сотых долях процента. Одна цифра впереди марки указывает среднее содержание углерода в десятых долях процента. Если впереди марки нет цифры, это значит, что углерода в ней либо 1%, либо выше 1%. Цифры, стоящие за буквами, указывают среднее содержание данного элемента в процентах, если за буквой отсутствует цифра - значит содержание данного элемента около 1% (не более 1,5%). Буква А в конце марки как и в углеродистой, так и в легированной стали, обозначает высококачественную сталь, т.е. сталь, содержащую меньше серы и фосфора.



В Европе применяется система EN, которая отличается от российской тем, что в ней сначала перечисляются все легирующие элементы, а затем в том же порядке цифрами указывается их массовая доля. Первая цифра - концентрация углерода в сотых долях процента.



Легированные стали содержат легирующие добавки, процентное содержание которых указывается через «-». Если легированные стали, конструкционные и инструментальные, кроме быстрорежущих, включают более 5% хотя бы одной легирующей добавки, перед содержанием углерода ставят букву «X».

Примеры

C35E - нелегированная (углеродистая) сталь СНГ со средним содержанием углерода 0,35%, с содержанием марганца менее 1,5%.

X2H2M сталь среднелегированная СНГ, углерод - 1%, хром - 2%, никель - 2%, молибден - 1%

28Mп6 - нелегированная сталь EN со средним содержанием углерода

0,28% и марганца 6%.

13CrMo4-5 - среднелегированная сталь EN с содержанием: углерода - 0,13%, хрома - 4%, молибдена - 5%.

X2 CrNiMo 18-4-3 - высоколегированная сталь EN, включающая более 5% легирующих примесей со средним содержанием: углерода - 0,02%, хрома - 18%, никеля - 4%, молибдена - 3%.

Самостоятельная работа

1. Расшифровать стандарты марок сталей. Определить принадлежность к стране производителю (СНГ - EN). Указать их назначение. Ответы представить в максимально-развернутом виде по назначению и химическому составу сталей.

У7, X10CrMo9-10, Ст3 СП.

Пример расшифровки марок сталей:

Наименование стали	Принадлежность к стране производителю	Назначение стали	Химический состав
09Г2С	СНГ	Сталь конструкционная низколегированная для сварных конструкций, марка стали 09Г2С широко применяется при производстве труб и другого металлопроката. Поставляется в сортовом и фасонном прокате.	В стали присутствует 0,09% углерода, поскольку 09 идет до букв, далее следует буква «Г» которая означает марганец, а цифра 2 – процентное содержание до 2% марганца. Далее следует буква «С», которая означает кремний, но поскольку после С цифры нет – это означает содержание кремния менее 1%. Поскольку общее кол-во добавок колеблется в районе 2,5% то это низколегированная

			сталь.
17Г1С	СНГ	Сталь конструкционная низколегированная для сварных конструкций. Используется для изготовления сварных деталей, работающих под давлением при температуре от -40 до +475 °С.	Цифра 17 указывает на наличие углерода в сотых долях (углерод – 0,17%). Далее следует символ Г1, обозначающий присутствие марганца более 1% (марганец - >1%). Далее следует буква «С», которая означает кремний, но поскольку после С цифры нет – это означает содержание кремния менее 1%. Поскольку общее кол-во добавок колеблется в районе 2,5% то это низколегированная сталь.

2. Подобрать из таблицы по химическому составу для стандартов сталей СНГ наиболее подходящие европейские стандарты сталей. Результаты представить в максимально-развернутом виде по химическому составу сталей.

Стандарты сталей СНГ		Европейские стандарты сталей	
20Х23Н18	03Х18Н11	Х6CrTi17	Х6Cr13
12Х17	03Х17Н13М2	Х12CrNi17-7	14NiCrMo1- 3-4
08Х18Н12Е	08Х13	Х10CrAlSi18	34CrNiMo6
40Х9С2	17Н3	Х20Cr13	Х6Cr17
15Г03Х17Н14М2	15Х18СЮ	20MoCr2-2	С15 Е
08Х17Т	20Х17Н2	Х2CrNiMo17-12-2	Х30Cr13
20ХГНМ	07Х16Н6	Х10CrNi18-8	Х2CrNi19-11
10	20Х20Н14С2	Х5CrNiMo 17-12-2	Х12Cr13
30Х13	10Х13СЮ	Х45CrSi9-3	Х6CrNiNb18-

			10
08X18H10T	03X17H13M2	X8CrNi25-21	C10E
03X18H11	10X17H13M2T	X17CrNi16-2	X2CrNiMo18-4-3
12X13	08X18H10	X5CrNi18-10	X15CrNiSi20-12
20X13	15	X6CrNiTi18-10	X10CrAlSi13
34X2H2M		X6CrNiMoTi17-12-2	

*) Европейские аналоги стандартов сталей подобрать по основным содержащимся элементам: углерод, легирующие добавки (хром, никель, молибден), примеси (кремний, сера, фосфор). Причем, содержание углерода в европейской стали не должно превышать более, чем на 50% содержание углерода в стали СНГ, легирующих добавок в европейской стали должно быть равно или немного больше, примесей - не более, чем на 10% в стали СНГ.

Пример оформления решения подбора аналогов сталей.

СНГ	Аналог стали по EN
10XCHД: сталь среднелегированная, конструкционная. Углерод - 0,10%, хром, кремний, никель, медь < 1,5%. X2H2M Сталь среднелегированная.	10CrNiSi2-2: сталь среднелегированная. Углерод-0,10%, хром, никель - 2%, кремний -1%. XCrNiMo2-2 Сталь
20X23H18: сталь жаропрочная высоколегированная. Углерод – до 0,20%; хром – до 25%; никель – до 18%; кремний, марганец, фосфор, сера < 1%.	X8CrNi25-21: сталь жаропрочная. Углерод – до 0,10 %; хром – до 25%; никель – до 22%; кремний, марганец, фосфор, сера < 1%.
03X18H11: сталь коррозионно-стойкая обыкновенная. Углерод – до 0,03%; хром – до 19%; никель – до 12,5%; кремний, марганец, фосфор, сера < 1%.	X2CrNi19-11: сталь коррозионно-стойкая. Углерод – до 0,03%; хром – до 20%; никель – до 12%; кремний, марганец, фосфор, сера < 1%.

Практическое занятие № 5
Изучение и расшифровка стандартов марок сварочных
электродов

Цель работы:

Изучить маркировку электродов

Общие теоретические сведения

Маркировка электродов

Электроды производятся для различных типов сварки и металлов, соответственно, маркируются по-разному.

А. Общая маркировка электродов для сварки *углеродистых и низколегированных* сталей - **ЭХХ-XXXX-ХХ-ХХ Е ХХХ-Х-Х-Х:**

1) ЭХХ - тип электрода, ХХ - предел прочности (временное сопротивление разрыву кгс/мм²);

2) XXXX - марка электрода;

3) ХХ - диаметр электрода;

4) ХХ - назначение электрода:

а) первая буква Х - назначение электродов - табл. 1;

б) вторая буква Х - по толщине покрытия в зависимости от отношения **D/d** (**D** - диаметр покрытия, **d** - диаметр электрода, определяемый диаметром стержня) - табл. 2;

5) Е XXXX:

ХХ - предел прочности при растяжении (табл. 3);

Х - относительное удлинение (табл. 3);

Х - мин. температура (Х), при которой ударная вязкость св. шва составляет не менее 34 дж/см (3,5 кгс/см), регламентируется ГОСТ 9467-75 (табл. 3);

6) Х - вид покрытия (Р - рутиловое, Ц - целлюлозное, Б - основное (бокситовое). При наличии в покрытии железного порошка более 20% добавляется буква Ж, например, АЖ);

7) Х - допустимые пространственные положения сварки

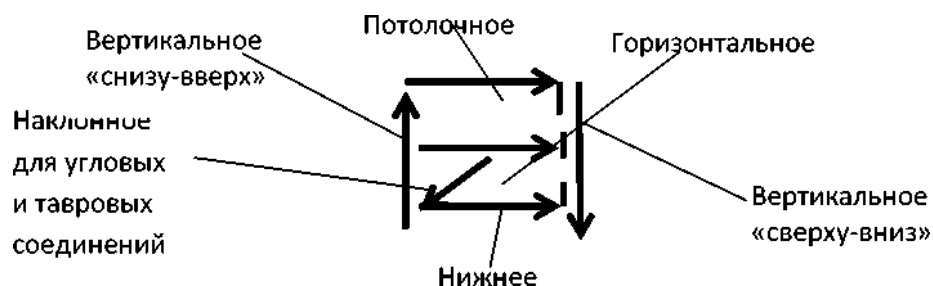
1 - для всех положений;

2 - для всех положений, кроме вертикального «сверху-вниз»;

3 - для нижнего, горизонтального на вертикальной плоскости и вертикального «снизу-вверх»;

4 - для нижнего и нижнего для угловых соединений.

Часто используется международное обозначение положений швов, для которых предназначены электроды.



Международное обозначение положений швов и расшифровка;

8) X - сварочный ток и напряжение холостого хода (по табл. 5).

Б. Общая маркировка электродов для легированных сталей.

В условном обозначении электродов для сварки легированных сталей с пределом прочности при растяжении свыше 588 МПа (60 кгс/мм) Е индекс соответствует среднему содержанию химического состава сварного шва в сотых долях процента.

Расшифровка маркировки электродов для легированных сталей:

$$\frac{\text{ЭХХ} - \text{ХХ} - \text{ХХ} - \text{Х} - \text{ХХ}}{\text{Е} - \text{ХХХХХ} - \text{Х} - \text{ХХХ}} \text{ГОСТXXXXX} - \text{ХХ}$$

- 1) ЭХХ - тип электрода;
 - 2) ХХ-ХХ - марка электрода;
 - 3) Х - диаметр электрода (если присутствует);
 - 4) ХХ - первое назначение электрода по табл. 1, второе толщина электрода по табл. 2;
 - 5) Е ХХХХХ - индекс; химический состав наплавленного металла в %
 - 6) Х - минимальная температура при обеспечении ударной вязкости металла шва не менее 3,5 кгс/см²;
 - 7) ХХХ - первое - вид покрытия электрода, второе - допустимые пространственные положения сварки, третье - вид и полярность тока;
 - 8) ГОСТ ХХХХ-ХХ - ГОСТ на сварочные электроды для легированных сталей.
- X - сварочный ток (табл. 6).

Приложение к ПЗ 6

Таблица 1

Обозначение	Назначение электродов
У	Сварка углеродистых и низколегированных сталей с временным сопротивлением разрыву до 600 МПа
Л	Сварка легированных конструкционных сталей с временным сопротивлением разрыву свыше 600 МПа
Т	Сварка легированных теплоустойчивых сталей
В	Сварка высоколегированных сталей с особыми
Н	Наплавка поверхностных слоев с особыми

Таблица 2

Обозначение	Толщина покрытия электродов
М	с тонким покрытием ($D/d < 1,20$)
С	со средним покрытием ($1,20 < D/d < 1,45$)
Д	с толстым покрытием ($1,45 < D/d < 1,80$)
Г	с особо толстым покрытием ($D/d > 1,80$)

Таблица 3

Характеристики металла шва электродов для сварки углеродистых и низколегированных сталей с пределом прочности при растяжении до 588 МПа

Группа индек- сов	Минимальное значение показателей механических свойств наплавленного металла и металла шва при нормальной		Относитель- ное удлинение	Минимальная температура, при которой ударная вязкость не менее 34Дж/см ² (3,5 кгс м/см ²)
	Предел прочности при растяжении			
	σ _в , МПа	σ _в , кгс/мм ²	δ _в , %	°С
37 0	370	38	При любом	При любом значении
41 0	410	42	Менее 20	Не регламентирована
41 1	410	42	20	+ 20
41 2	410	42	22	0
41 3	410	42	24	- 20
41 4	410	42	24	- 30
41 5	410	42	24	- 40
41 6	410	42	24	- 50
41 7	410	42	24	- 60
43 0	430	44	Менее 20	Не регламентирована
43 1	430	44	20	+ 20
43 2	430	44	22	0
43 3	430	44	24	- 20
43 4	430	44	24	- 30
43 5	430	44	24	- 40
43 6	430	44	24	- 50
43 7	430	44	24	- 60
51 0	510	52	Менее 18	Не регламентирована
51 1	510	52	18	+ 20
51 2	510	52	18	0
51 3	510	52	20	- 20
51 4	510	52	20	- 30
51 5	510	52	20	- 40
51 6	510	52	20	- 50
51 7	510	52	20	- 60

Таблица 4

Таблица минимальной и максимальной рабочей температуры сварки легированных сталей

Минимальная температура, при которой ударная вязкость металла		Максимальная рабочая температура, при которой	
Индекс	°C	Индекс	°C
0	-	0	<450
1	+ 20	1	450-465
2	0	2	470-485
3	- 20	3	490-505
4	- 30	4	510-525
5	- 40	5	530-545
6	- 50	6	550-585
7	- 60	7	570-585
		9	>600

Таблица 5

Характеристики сварочного тока и напряжения холостого хода источника питания

Полярность постоянного тока	U _{xx} источника переменного тока, В		Индекс
	Номинальный	Пред. отклонение	
Обратная	-	-	0
Любая			1
Прямая			2
Обратная	50	± 5	3
Любая			4
Прямая			5
Обратная	70	±10,	6
Любая			7
Прямая			8
Обратная	90	±5	9

Самостоятельная работа

Расшифровать стандарты марок электродов:

- а) Э46-ЛЭЗМР-3С-Ф-УД Е 43 1(3)-РЦ-13;
- б) Э46-АНО-21-2,5-УД Е 430/3/-Р-11;
- в) Э46-МР-3 ПЛАЗМА-Ф-УД Е430(3)-Р26;
- г) Э50А-УОНИ 13/55-5.0-УД Е 514(4)-Б20;
- д) $\frac{\text{Э13-ЦЛ-6-5-ЛГ}}{\text{Е-25Н18-4-Р32}}$ ГОСТ9466 – 75
- е) $\frac{\text{Э09-ТМЛ-1-3-НС}}{\text{Е-12Х2М1-3-Р32}}$ ГОСТ9467 – 75
- ж) $\frac{\text{Э-12-ЦЛ-20-4,0-ТД}}{\text{Е09Х1МФ-5-Б10}}$ ГОСТ9466 – 75

Пример:

Наименование электрода	Расшифровка
Э46-МР-3 ПЛАЗМА-Φ-УД Е430(3)-Р26	Э – электрод, 46 – предел прочности кгс/мм²; МР-3 ПЛАЗМА – марка электрода, электроды этой марки предназначены для ручной дуговой сварки конструкций из углеродистых марок сталей по ДСТУ 2651/ГОСТ 380-2005 (Ст 0, Ст 1, Ст 2, Ст 3) всех степеней раскисления; Φ – диаметр электрода, может быть разным; У - сварка углеродистых и низколегированных сталей с временным сопротивлением разрыву до 600 МПа, Д – толщина покрытия электрода: с толстым покрытием ($1,45 < D/d < 1,80$); 43 – временное сопротивление разрыву после сварки не менее 46 кгс/мм² при нормальной температуре; 0 – относительное удлинение менее 20%; /З/ – мин. температура (Х), при которой ударная вязкость св. шва составляет не менее 34 дж/см (3,5 кгс/см): -20 °С; Р – рутиловое покрытие; 2 – для всех пространственных положений, кроме вертикального «сверху-вниз»; 6 – сварка постоянным током обратной полярности и переменным током от

	источников питания с напряжением холостого хода (70±10)В.
Э13 – ЦЛ – 6 – 5 – ЛГ Е – 25Н18 – 4 – Р32 – 75 ГОСТ9466	Э13 – тип электрода; ЦЛ - 6 – марка электрода; 5 – диаметр электрода; Л - сварка легированных конструкционных сталей с временным сопротивлением разрыву свыше 600 МПа; Г - с особо толстым покрытием ($D/d > 1,80$); Е-25Н18 – химический состав: углерод 25%, никель – 18%; 4 - мин. температура (Х), при которой ударная вязкость св. шва составляет не менее 34 дж/см (3,5 кгс/см): -30 °С; Р – рутиловое покрытие; 3 - для нижнего, горизонтального пространственного положения на вертикальной плоскости и вертикального «снизу-вверх»; 2 - сварка постоянным током прямой полярности и переменным током от источников питания с напряжением холостого хода (50±5)В; ГОСТ9466-75 – ГОСТ на сварочные электроды для легированных сталей: 6 – сварочный ток.

Практическое занятие №6

Изучение и расшифровка стандартов обозначений сварных швов

Цель работы:

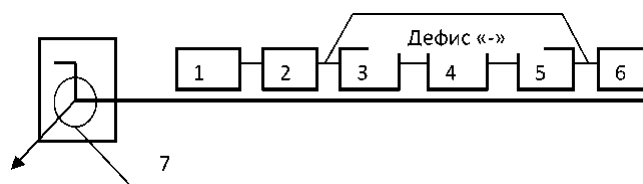
Изучить условные изображения и обозначения швов сварных соединений по ГОСТ 2.312 - 72 ЕСКД

Общие теоретические сведения

Условные изображения и обозначения швов сварных соединений устанавливает ГОСТ 2.312 - 72 ЕСКД.

Условное обозначение сварного шва

Согласно изображению:



- № 1 - Обозначение стандарта на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений (если в изделии присутствует несколько типов и конструктивных элементов швов);
- № 2 - Буквенно-цифровое обозначение вида соединения, ГОСТ;
- № 3 - Стандарт или тип, условный графический знак;
- № 4 - Размер швов в сечении, длина катета;
- № 5 - Знак углового шва с указанием длины участка

Таблица 1

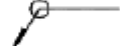
Знак	Значение знака	Расположение знака
Z	2-сторонний прерывистый шов, шахматный шов	
/	Прерывистый или точечный с цепным расположением	

- № 6 – Вспомогательный знак для обозначения обработки

Таблица 2

Знак	Значение знака	Расположение знака
	по незамкнутой линии	
	Наплывы и неровности обработать с плавным переходом к основному металлу	
	Выпуклость снять	

- № 7 – Вспомогательное обозначение

Таблица 3		
Знак	Значение знака	Расположение знака
	по замкнутой линии	
	исполняется при монтаже изделия	

Существуют следующие основные виды сварки:

ГОСТ 5264-80 - ручная дуговая; **ГОСТ 11534-75** - то же (под острыми и тупыми углами); **ГОСТ 11533-75** - автоматическая и полуавтоматическая дуговая сварка под флюсом. **ГОСТ 14771-76** - дуговая в защитных газах; **ГОСТ 23518-79** - то же (под острыми и тупыми углами); **ГОСТ 8713-79** - автоматическая под флюсом; **ГОСТ 11533-75** -то же (под острыми и тупыми углами); **ГОСТ 14806-80** - дуговая алюминия и алюминиевых сплавов; **ГОСТ 16098-80** - дуговая и электрошлаковая двуслойной коррозионно-стойкой стали; **ГОСТ 15164-78** - электрошлаковая; **ГОСТ 14776-79** - дуговая сварка электрозаклепками под флюсом, в углекислом газе и аргоне; **ГОСТ 15878-79** - контактная сварка; **ГОСТ 16310-80** - сварка нагретым газом с присадочным прутком или экструзионной сваркой полиэтилена, полипропилена и винипласта.

Для обозначения стандартов сварного шва используются следующие буквенные обозначения:

Г - газовая, **Э** - дуговая электросварка, **Ф** - дуговая электросварка под флюсом, **З** - дуговая электросварка в защитных газах, **Ш** - электрошлаковая, **Уз** - ультразвуковая, **Тр** - трением, **Х** - холодная, **Пз** - Дуговая плазменная, **Эл** - электроннолучевая, **Дф** -диффузионная, **Лз** - лазером, **Вз** -взрывом, **И** - индукционная, **Гп** - газопрессовая, **Тм** - термитная.

Для обозначения вида сварных соединений используются следующие буквы:

С - стыковое; **У** - угловое; **Т** - тавровое; **Н** - нахлесточное; **О** - особые типы, если форма шва не предусмотрена ГОСТом.

Стандарты, регламентирующие основные типы, конструктивные элементы и условные обозначения сварных соединений, приведены в табл.1-5

Согласно ГОСТ 14806-80 приняты следующие условные обозначения способов дуговой сварки в инертных газах алюминия и алюминиевых сплавов:

РИНп - ручная сварка неплавящимся электродом с присадочным металлом;

АИНп - автоматическая сварка неплавящимся электродом с присадочным металлом;

АИНп-З - автоматическая сварка неплавящимся электродом с присадочным металлом -трехфазная;

АИП - автоматическая дуговая сварка плавящимся электродом - однодуговая;

ИП - ручная дуговая сварка плавящимся электродом;

ПИП - полуавтоматическая дуговая сварка плавящимся электродом.

Согласно ГОСТ 16037-80 сварных соединений из сталей, а также сплавов на железоникелевой и никелевой основах, выполняемых дуговой сваркой в защитном газе, приняты следующие обозначения способов сварки:

ИН - в инертных газах неплавящимся электродом без присадочного металла;

ИНп - в инертных газах неплавящимся электродом с присадочным металлом;

ИП - в инертных газах и их смесях с углекислым газом и кислородом плавящимся электродом;

УП - в углекислом газе и его смеси с кислородом плавящимся электродом.

Согласно ГОСТ 15878-79 - контактная сварка применяется только для нахлесточных соединений:

Кт - контактная точечная;

Кш - контактная шовная.

Сварной шов, независимо от способа сварки, изображают на чертеже соединения:

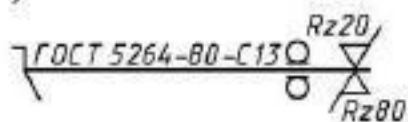
- видимый - сплошной основной линией;
- невидимый - штриховой линией.

От изображения шва проводят линию-выноску, заканчивающуюся односторонней стрелкой.

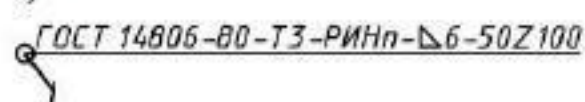
Самостоятельная работа

Задание. Расшифровать стандарты сварных швов. Сделать поясняющие эскизы:

1)



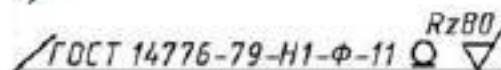
6)



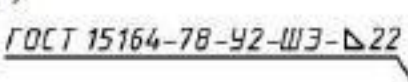
2)



7)



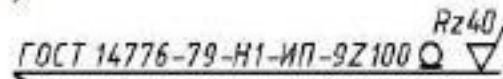
3)



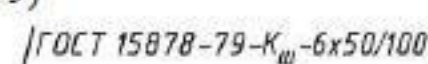
8)



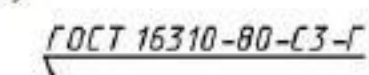
4)



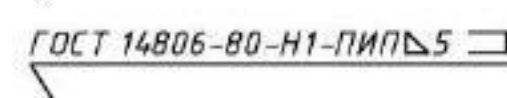
9)



5)



10)



Пример выполнения:

Наименование сварного шва	Расшифровка
1)	Шов стыкового соединения с криволинейным скосом одной кромки, двусторонний выполняемый дуговой ручной сваркой (C13 по ГОСТ 5264 - 80) при монтаже изделия (┐). Усиление снято с обеих сторон (○). Параметр шероховатости поверхности шва: с лицевой стороны – Rz 20 мкм; с обратной стороны - Rz 80 мкм.
2)	Шов углового соединения без скоса кромок, (Y2 по ГОСТ 11533–75) выполняемый автоматической дуговой сваркой под флюсом (А по ГОСТ 11533–75) по замкнутой линии(○).

Практическое занятие № 7

Изучение и расшифровка стандартов марок болтов

Цель работы:

Изучение стандарты по маркировки болтов и их расшифровку

Общие теоретические сведения

Болт - крепежное изделие в виде стержня с наружной резьбой, как правило, с шестигранной головкой под гаечный ключ, образующее соединение при помощи гайки или иного резьбового отверстия.

На головке болта должна быть нанесена следующая маркировка:

- клеймо завода изготовителя;
- класс прочности;
- резьба: правая резьба не маркируется, если резьба левая - маркируется стрелкой против часовой стрелки.

Болты из углеродистых и легированных сталей и сплавов в существующей технической документации (до 2014 г.) обозначаются по следующей схеме:

пример: **Болт 2 М12х1,25 LH - 6g x 60. 58. 35Х.С.02 9 ГОСТ...**

где

- 1) **болт** - наименование крепежного изделия: болт, винт, шпилька, гайка;
- 2) **2** - исполнение - рис. 1 (исполнение 1 не указывается);



Рис. 1. Типы исполнения болтов

- 3) **М12** - символ метрической резьбы и ее наружный диаметр, мм;
- 4) **1,25** - мелкий шаг резьбы в мм (основной шаг - **1,75 мм** не указывается), табл. 5;
- 5) **LH** - обозначение направления нарезки резьбы - левая резьба (если резьба имеет правое направление нарезки (основное), то направление нарезки не указывается);
- 6) **6g** - поле допуска резьбы по ГОСТ 16093-81 - определяет класс точности изготовления резьбы (бывает точный, средний, грубый класс - обозначается цифрами от 4 до 8 с латинскими буквами; точный класс - 4, грубый класс - 8);
- 7) **60** - длина резьбы болта, винта, шпильки в мм;

8) **58** - класс прочности или группа по ГОСТ 17594 - 78:

- первая цифра (5): обозначает 0,01 номинальной величины предела прочности на разрыв, измеренную в МПа, т.е. $5 \times 100 = 500 \text{ МПа} = 500 \text{ Н/мм}^2 = 50 \text{ кгс/мм}^2$;

- вторая цифра (8): это отношение предела текучести к пределу прочности, умноженному на 10. Из пары цифр можно узнать предел текучести материала $5 \times 8 \times 10 = 400 \text{ Н/мм}$;

9) **35X** - марка легированной стали или сплава (марка углеродистой стали не указывается);

10) **02** - обозначение вида покрытия по ГОСТ 17594 - 87 - табл. 1;

11) **9** - толщина покрытия (мкм) по ГОСТ 9.303 - 84;

12) **ГОСТ** - номер стандарта на конструкцию и размеры.

Новый стандарт обозначения болтов

С 01.07.2014г. действует ГОСТ Р ИСО 4014-2013 (приказ Росстандарта 572-ст от 28.08.2013 г.), ИУС № 09-2014 г.

В настоящее время при проектировании, с вступлением в силу **ГОСТ Р ИСО 4014-2013**, необходимо руководствоваться указанным, более современным гармонизированным национальным стандартом **ГОСТ Р ИСО 4014-2013**.

Пример обозначения болтов стандарта **ГОСТ Р ИСО 4014-2013**

Болт с шестигранной головкой ИСО 4014 - M12x60 -8.8 - A2L

Расшифровка стандарта ИСО:

1) **болт с шестигранной головкой** - наименование болта;

2) **ИСО 4014** - стандарт;

3) **M12** - символ метрической резьбы и ее наружный диаметр, мм;

4) **60** - общая длина резьбы, мм;

5) **8.8** - класс прочности:

- первая цифра 8 - обозначает $8 \times 100 = 800 \text{ МПа} = 800 \text{ Н/мм}^2 = 80 \text{ кгс/мм}^2$;
- вторая цифра 8 - это отношение предела текучести к пределу прочности, умноженному на 10. Из пары цифр можно узнать предел текучести материала $8 \times 8 \times 10 = 640 \text{ Н/мм}$;

6) **A** - вид электролитического покрытия (цинковое), табл. 2;

7) **2** - толщина покрытия - 5 мкм (табл. 3);

8) **L** - чистовая обработка и хромирование (пассивация) - светло-желтый до желтовато-коричневого, радужный (табл. 4).

Таблица 1 - Вид и условное обозначение покрытий болтов, винтов, шпилек и гаек по ГОСТ 759.0-87

Вид покрытия	Обозначение покрытия по ГОСТ	Обозначение покрытия
Цинковое, хромированное	Ц.хр	01
Кадмиевое хромированное	Кд.хр	02
Многослойное: медь-никель	МН	03
Многослойное: медь, никель,	М.Н.Х.6	04
Окисное, пропитанное маслом	Хим.окс.прм	05
Фосфатное, пропитанное	Хим.фос.прм	06
Оловянное	О	04
Медное	М	08
Цинковое	Ц	09
окисное, наполненное	Ан.окс.нхр	10
Окисное из кислых растворов	Хим.пас.	11
Серебряное	Ср	12
Никелевое	Н	13

Таблица 2 – Вид электролитического покрытия по ГОСТ Р ИСО 4042

Металл/сплав покрытия		Обозначение
Символ	Элемент	
Zn	Цинк	A
Cd ^a	Кадмий	B
Cu	Медь	C
CuZn	Латунь	D
Ni ^b	Никель	E
Ni b Crr ^b	Никель-хром	F
CuNi b	Медь-никель	G
CuNibCrr ^b	Медь-никель-хром	H
Sn	Олово	J
CuSn	Медь-олово (бронза)	K
Ag	Серебро	L
CuAg	Медь-серебро	N
ZnNi	Цинк-никель	P
ZnCo	Цинк-кобальт	Q
ZnFe	Цинк-железо	R

Таблица 3 – Минимальная толщина и структура слоя покрытия (мкм)

Код	1 металл	2 металла покрытия
0 *	-	-
1	3	-
2	5	2+ 3
3	8	3+ 5
4	12	4+ 8
5	15	5+10
6	20	8+12
7 **	25	10+15
8 **	32	12+18
9 **	40	16+24 ***
* применяется к крепежу размером менее М 1.6, где спецификация покрытия невозможна; ** не применяется на собственно резьбе;		

Таблица 4 – Вид пассивации электролитического покрытия показан

Чистовая обработка	Пассивация посредством хроматирования ^а : типичный цвет	Обозначение
Матовая	Без цвета	A
	От голубоватого до голубовато-радужного ^б	B
	Светло-желтый до желтовато-коричневого,	C
	Нежно-оливковый оттенок желтоватого	D
Полублестящая	Без цвета	E
	От голубоватого до голубовато-радужного ^б	F
	Светло-желтый до желтовато-коричневого,	G
	Нежно-оливковый оттенок желтоватого	H
Блестящая	Без цвета	J
	От голубоватого до голубовато-радужного ^б	K
	Светло-желтый до желтовато-коричневого,	L
	Нежно-оливковый оттенок желтоватого	M
Очень	Без цвета	N
Произвольная	Как B, C или D	P
Матовая	От коричневатого-черного до черного	R
Полублестящая	От коричневатого-черного до черного	S
Блестящая	От коричневатого-черного до черного	T
Все чистовые обработки	Без хроматирования ^с	U

- a) Пассивация возможна только для цинковых или кадмиевых покрытий.
- b) Распространяется только на цинковое покрытие.
- c) Пример такого покрытия: A5U.

Таблица 5 – Метрические резьбы М 1,4-М 48. Основной шаг резьбы

Размер	Основной шаг, мм	Размер	Основной шаг, мм	Размер	Основной шаг, мм	Размер	Основной шаг, мм
М 1,4	0,30	М 6	1,00	М 18	2,50	М 33	3,50
М 2	0,40	М 8	1,25	М 20	2,50	М 36	4,00
М 2,5	0,45	М 10	1,50	М 22	2,50	М 39	4,00
М 3	0,50	М 12	1,75	М 24	3,00	М 42	4,50
М 4	0,70	М 14	2,00	М 27	3,00	М 45	4,50
М 5	0,80	М 16	2,00	М 30	3,50	М 48	4,50

Самостоятельная работа

Задание. Расшифровать стандарты

болтов: Стандарты болтов ГОСТ 7798-70:

- 1) болт М12 - 6gx60.58 (S19) ГОСТ 7798-70;
- 2) болт М10х1,25 - 6gx60.109.40Х.016 ГОСТ 7798-70;
- 3) болт М16 - 6gx60.58 (S24) ГОСТ 7798-70;
- 4) болт М16х1,25 - 6gx60.109.40Х.016 ГОСТ 7798-70;
- 5) болт 2М20 - 6gx60.58 (S30) ГОСТ 7798-70;
- 6) болт М12-8х60.58 ГОСТ 7798 - 70;
- 7) болт 2М12х1,25 - 6gx60.109.40Х.016 ГОСТ 7798 -70;
- 8) болт 3М12х1,25LN-6gx50.58.С.019 ГОСТ 7798-70;
- 9) болт М12-6gx60.58 (S18) ГОСТ 7805-70.

Стандарты болтов ГОСТ Р ИСО 4014-2013:

- 1) болт с шестигранной головкой ИСО 4014 - М16х50 -5.8 - Е2N;
- 2) болт с шестигранной головкой ИСО 4014 - М10х80 -8.8 - С3С;
- 3) болт с шестигранной головкой ИСО 4014 - М24х100 -8.8 - F2K.

Пример выполнения:

Наименование болта	Расшифровка
Болт М10х1,25 - 6gх60.109.40Х.016 ГОСТ 7798-70	Болт Исполнение – 1 (не указывается); М10 – 10 мм, диаметр резьбы; 1,25 – шаг резьбы в мм; Направление резьбы – правое; 6g – поле допуска резьбы; 60 – длина резьбы в мм; 10.9 – класс прочности; 40Х – марка стали: конструкционная легированная сталь; 01 – покрытие цинковое, хромированное; 6 – толщина покрытия бмкм.
ИСО 4014 - М16х50 -5.8 - E2N	1. Болт с шестигранной головкой; 2. ИСО 4014 – стандарт; 3. М16 – наружный диаметр резьбы в мм; 4. 50 – длина резьбы в мм; 5. 5.8: 5 – 5х100=500 МПа - предел прочности; 5х8х10=580 МПа – предел текучести; 6. Е – никельное электролитическое покрытие; 7. 2 – толщина покрытия 5 мкм; 8. Н - чистовая обработка: очень блестящая; хромирование (пассивация) – без цвета.

Практическое занятие №8

Основы поверки и калибровки средств линейных измерений

Цель работы:

изучить основы поверки и калибровки средств линейных измерений

Теоретическая часть

Основной формой сертификации средств измерений (СИ) является подтверждение их метрологических характеристик.

С этой целью СИ подвергаются периодической **поверке** или **калибровке**, при которых подтверждается их соответствие установленным требованиям.

Поверке подвергают средства измерений, подлежащих Государственному регулированию обеспечения единства средств измерений (ГРОЕСИ). Указанные СИ проходят поверку в региональных метрологических центрах (ЦСМ), либо в специализированных аккредитованных организациях. Перечень средств измерений, поверка которых осуществляется только государственными региональными центрами, определяет Правительство РФ.

Для остальных СИ достаточно проведение периодической **калибровки**.

По проведении *поверки* на поверяемое СИ метрологическим центром выписывается свидетельство о поверке, а на само СИ наносится знак поверки с датой. По проведении *калибровки* на калибруемое СИ органом, производившим калибровку, выписывается сертификат калибровки, а на само СИ наносится знак калибровки с датой.

На практике для поверки (калибровки) средств линейных измерений обычно применяются следующие общепринятые методы:

- 1) метод прямых измерений (когда значения калибруемой меры оценивают с помощью эталонного СИ);
- 2) метод сличений, с применением эталонных концевых мер.

Самостоятельная работа

Цель работы: освоить на практике методику поверки (калибровки) средств линейных измерений.

Материалы для выполнения работы:

- линейки;
- штангенциркули;
- микрометры;

А. Проведение калибровки измерительных линеек

Для калибровки измерительных линеек воспользуемся *методом прямых измерений* поверяемого СИ - линейки, СИ более высокого класса точности - штангенциркулем.

Для поверки линейки (концевой меры длины номинального размера X мм):

1) измеряем ее общую длину, или максимальный отрезок шкалы, который можно измерить образцовым средством измерений (штангенциркулем). В результате получаем значение $X\delta$ мм;

2) определяем абсолютную и относительные погрешности поверяемой меры.

Абсолютная погрешность меры: $\Delta X = X - X\delta$ (мм).

Относительная погрешность меры: $\delta = (\Delta X / X\delta) \cdot 100\%$

В дальнейшем, при проведении измерений данной линейкой, необходимо в результат измерений вносить поправку $\pm \delta(\%)$;

Б. Проведение калибровки штангенциркулей

Для калибровки штангенциркуля воспользуемся *методом сличений* с применением точных эталонных мер длины (концевых мер).

Описание поверяемых средств измерения

Общий вид штангенциркуля показан на рис. 1.

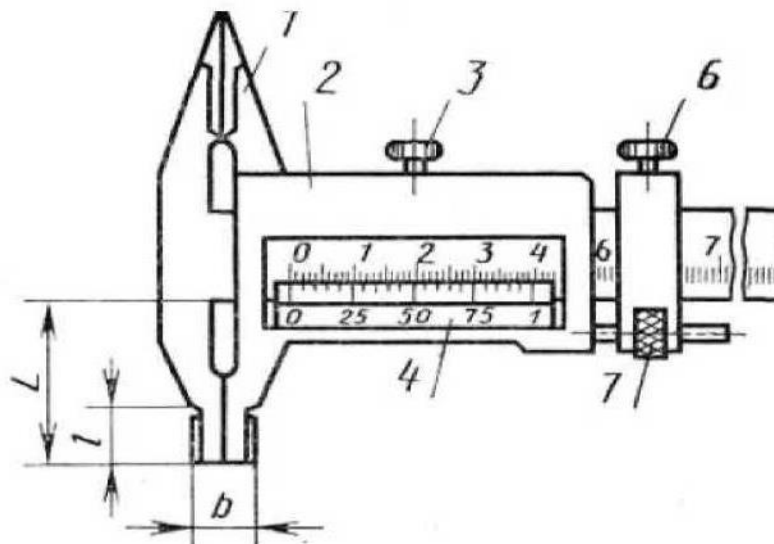


Рис. 1. Общий вид штангенциркуля: 1 - измерительные губки; 2 - подвижная рамка; 3 - стопорный винт на подвижной рамке; 4 - нониус; 5 - винт на штанге;

6 - стопорный винт микрометрической подачи; 7 - микрометрическая подача для медленного перемещения рамки по штанге

Б.1. Подготовка штангенциркуля к поверке

Б.1.1. Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено:

1) соответствие штангенциркуля требованиям [1] в части отчетливости и правильности оцифровки штрихов шкал, комплектности и маркировки;

2) наличие твердого сплава на измерительных поверхностях губок штангенциркулей типа ШЦТ-1, зажимного устройства для зажима рамки, шкал на штанге и рамке, покрытия, микрометрической подачи рамки штангенциркулей типов ШЦ-П и ШЦ-Ш при комплектации их приспособлениями для разметки.

Не допускаются:

1) заметные при визуальном осмотре дефекты, ухудшающие эксплуатационные свойства и препятствующие отсчету показаний;

2) перекос края нониуса к штрихам шкалы штанги, препятствующие отсчету показаний.

Б.1.2. Опробование

При опробовании в учебных целях проверяют только основные технические характеристики:

1) плавность перемещения рамки вместе с микрометрической подачей по штанге штангенциркуля;

2) возможность продольного регулирования нониуса штангенциркулей типов ШЦ-П и ШЦ-Ш;

3) отсутствие перемещения рамки под действием собственной массы;

4) возможность зажима рамки в любом положении в пределах диапазона измерения;

5) нахождение рамки с нониусом и рамки микроподачи по всей их длине на штанге при измерении размеров, равных верхнему пределу измерения;

6) отсутствие продольных царапин на шкале штанги при перемещении по ней рамки (визуально).

Б.2. Определение погрешностей

Погрешность штангенциркулей определяют по концевым мерам [2]. Блок концевых мер длины помещают между измерительными поверхностями губок штангенциркуля. Усилие сдвигания губок должно обеспечивать нормальное скольжение измерительных поверхностей губок по измерительным поверхностям концевых мер длины [3] при отпущенном стопорном винте рамки. Длинное ребро измерительной поверхности губки должно быть перпендикулярно к длинному ребру концевой меры длины и

находиться в середине измерительной поверхности.

Одновременно с погрешностью проверяют нулевую установку штангенциркуля. Для штангенциркулей типов ШЦ-1 ШЦТ-1 при сдвинутых до соприкосновения губках смещение штриха нониуса должно быть в плюсовую сторону. Смещение нулевого штриха определяют при помощи концевой меры 1,05 мм, которую перемещают между измерительными поверхностями губок. При этом показания штангенциркуля должно быть не более 1,1 мм.

Определяем абсолютную погрешность поверяемого штангенциркуля, проведя серию из 5-6 измерений различных эталонных КМД. За абсолютную погрешность принимается максимальное значение разности $\Delta X = X - \Delta \partial$ (мм).

Пределы погрешностей

Пределы допускаемых погрешностей штангенциркулей не должны превышать:

$\pm 0,04$ мм - при цене деления нониуса 0,02 мм;

$\pm 0,05$ мм - при цене деления нониуса 0,05 мм;

$\pm 0,1$ мм - при цене деления нониуса 0,1 мм.

В. Проведение калибровки микрометров

Калибровка микрометров с диапазоном измерения 0...25 мм производится т.н. методом «установки на «ноль»».

Для калибровки микрометров с базой измерений >25мм установка на «ноль» осуществляется с применением прилагаемой к прибору «установочной» меры длины.

Описание поверяемых средств измерения

Микрометры гладкие предназначены для измерения наружных линейных размеров изделий. Выпускаются с диапазоном измерения 0...25, 25...50, 50...75 мм и т.д., соответственно, до 275...300 мм, далее 300...400, 400...500 и 500...600 мм по ГОСТ 6507-60.

Внешний вид микрометра приведен на рис. 2. Основанием микрометра является скоба (рис. 2), а передаточным устройством служит винтовая пара, состоящая из микрометрического винта и микрометрической гайки, расположенной в стебле. В скобу запрессованы пятка и стебель. Измеряемая деталь охватывается измерительными поверхностями микровинта и пятки. Барабан присоединен к микровинту корпусом трещотки. Для приближения микровинта к пятке его вращают за барабан или за трещотку правой рукой по часовой стрелке (от себя), а для удаления микровинта от пятки его вращают против часовой стрелки (на себя).

Закрепляют микровинт в требуемом положении стопором. При плотном соприкосновении измерительных поверхностей микрометра с поверхностью измеряемой детали трещотка проворачивается с легким треском, при этом стабилизируется измерительное усилие микрометра.



Рис. 2. Микрометр гладкий

Результат измерения размера микрометром отсчитывается как сумма отсчетов по шкале стебля и барабана. Цена деления шкалы стебля 0,5 мм, а шкалы барабана 0,01 мм. Предельная погрешность измерения наружных размеров гладким микрометром номинальным размером 0...25 мм составляет $\Delta = 5$ мкм; номинальным размером 25...50 мм составляет $\Delta = 10$ мкм.

В.1. Внешний осмотр и подготовка микрометра к калибровке

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие микрометров следующим требованиям:

- измерительные поверхности должны быть оснащены твердым сплавом;
- наружные поверхности, за исключением подвижной пятки и микрометрического винта, должны иметь противокоррозионные покрытия;
- микрометры должны быть оснащены теплоизоляционными накладками;
- на стебле микрометрической головки должен быть нанесен продольный штрих с миллиметровыми и полумиллиметровыми делениями. Коническая часть барабана должна быть разделена на 50 делений;
- комплектность микрометра должна быть проверена сличением с паспортом 02021.000ПС;
- маркировка микрометров должна соответствовать ГОСТ 13762-86.

Подготовка микрометра к калибровке

1. Протереть микрометр чистой тканью (особенно тщательно измерительные поверхности микровинта и пятки). Проверить свободу

стопора, плавность работы трещотки (рис. 3) и легкость вращения микровинта в микрогайке и стебле.

2. Проверить установленность микрометра на «ноль». Для этого проверяемый микрометр взять за скобу левой рукой около пятки (как показано на рис. 3) и, вращая микровинт за трещотку от себя, плавно подвести его торец к торцу пятки до соприкосновения торцов, пока трещотка не провернется 3-4 раза.



Рис. 3. Контроль установки гладкого микрометра на «ноль»

В этом положении нулевой штрих шкалы барабана должен совпасть с продольным штрихом шкалы стебля, а срез барабана должен находиться над нулевым штрихом шкалы стебля (рис. 4).



Рис. 4. Изображение шкал микрометра в положении правильной установки на «ноль»

Если такого совпадения нет, то микрометр установлен на «ноль» неточно, таким образом производить калибровку и измерять им нельзя.

В.2. Установка микрометра на «ноль»

1. В положении плотного соприкосновения измерительных поверхностей микровинта и пятки закрепить стопором микровинт, вращая стопор по часовой стрелке до прочного зажатия (рис. 5).

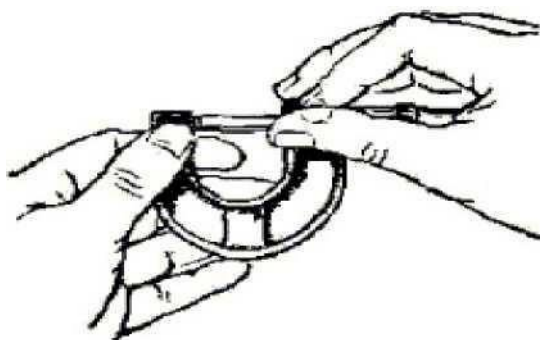


Рис. 5. Закрепление винтового стопора гладкого микрометра

2. Отсоединить барабан от микровинта, для чего охватить левой рукой барабан, а правой рукой - корпус трещотки и вращать его против часовой стрелки (на себя) до появления осевого люфта барабана на микровинте (рис. 6).

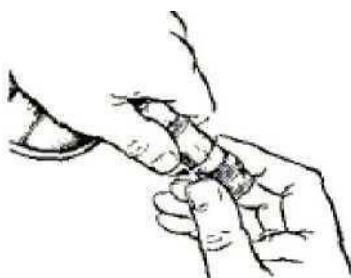


Рис. 6. Освобождение барабана микрометра

3. Совместить нулевой штрих шкалы барабана с продольным штрихом шкалы стебля, для чего скобу микрометра охватить левой рукой, как показано на рис. 7, причем пальцами левой руки удерживать барабан в положении совпадения нулевых штрихов, а правой рукой вращать корпус трещотки по часовой стрелке до полного закрепления барабана на микровинте.

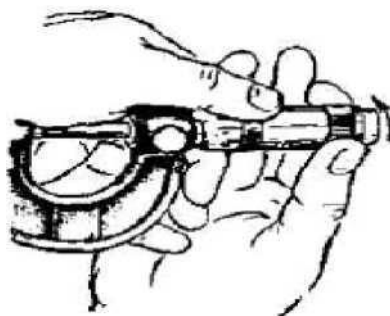


Рис. 7. Закрепление барабана микрометра корпусом трещотки

4. Освободить стопор, вращая его против часовой стрелки.

5. Проверить правильность выполненной установки микрометра на «ноль»; для этого отвести микровинт от пятки, вращая его за трещотку против часовой стрелки на 3-4 оборота и плавным движением подвести микровинт к пятке, как было указано выше в пункте 3.

Если установка микрометра на «ноль» с первого раза не удалась, то ее повторяют заново до тех пор, пока не будет достигнута требуемая точность

совпадения нулевых штрихов шкал. Для установки на «ноль» микрометров с базой измерений >25мм производятся аналогичные операции с применением прилагаемой к прибору «установочной» меры длины.

В.3. Определение погрешностей

Погрешность микрометра определяют после проверки установки на «0» по концевым мерам длины [2].

Блок концевых мер длины помещают между измерительными поверхностями пятки и стебля микрометра и, вращая микровинт за трещотку от себя, плавно подводят его торец к КМД, прислоненной к торцу пятки до фиксации, пока трещотка не провернется 3-4 раза.

В положении плотного соприкосновения измерительных поверхностей микровинта и пятки закрепить стопором микровинт, вращая стопор по часовой стрелке до прочного зажатия. Усилие вращения барабана должно обеспечивать нормальное скольжение стебля при отпущенном стопорном винте.

Определяем абсолютную погрешность поверяемой меры, проведя серию из 5-6 измерений установочной КМД. За абсолютную погрешность принимается максимальное значение разности $\Delta X = X - X_0$ (мм).

Допустимые погрешности микрометра по ГОСТ 6507-90 приведены в табл. 1.

Таблица 1

Верхний предел измерений,	Допустимая погрешность
5,10,25	4
50	4
75,100	4
125,150	5
175,200	5
225,250,300	5

В.4. Порядок проведения работы «Поверка (калибровка) средств линейных измерений»

1. Ознакомиться с методикой проведения поверки.
2. Получить у преподавателя линейные средства измерений для поверки.
3. Провести поверку СИ в соответствии с пунктами **А, Б, В.**
4. Оформить отчет. Отчет о работе должен содержать:
 - название и цель работы;
 - основные понятия и определения;
 - анализ внешнего осмотра СИ;

- таблицу результатов поверки СИ (табл. 2).

5. Ответить на контрольные вопросы (письменно или устно по усмотрению преподавателя).

Таблица результатов поверки средств измерений показана в табл. 2.

Таблица 2

СИ	Абсолютная погрешность	Относительная погрешность	Заключение о пригодности СИ
Линейка			
Штангенциркуль		Не нормируется	
Микрометр		Не нормируется	

Пример:

Метод прямых измерений.

1. Линейка ($x=150$ мм).

Измерения: 150 мм, 150 мм, 150 мм, 150 мм, 150 мм.

$X_{\partial}=150$ мм.

Абсолютная погрешность меры: $\Delta X = X - X_{\partial} = 150 - 150 = 0$ (мм).

Относительная погрешность меры: $\delta = (\Delta X / X_{\partial}) \cdot 100\% = 0$ –

погрешность. отсутствует.

2. Штангенциркуль ($x=50,55$ мм).

Измерения: 50,6 мм; 50,5 мм; 50,4 мм; 50,4 мм; 50,4 мм.

$X_{\partial}=50,4$ мм.

Абсолютная погрешность меры: $\Delta X = X - X_{\partial} = 50,55 - 50,4 = 0,15$ (мм).

Предельно допустимая погрешность штангенциркуля $\pm 0,1$ мм - при цене деления нониуса 0,1 мм.

$\Delta X = 0,15$ мм $> 0,1$ мм $\rightarrow$ штангенциркуль не допускается к

использованию.

3. Микрометр ($x=0,5$ мм).

Измерения: 0,507 мм; 0,507 мм; 0,507 мм; 0,505 мм; 0,504 мм.

$X_{\partial}=0,507$ мм.

Абсолютная погрешность меры: $\Delta X = X - X_{\partial} = 0,5 - 0,507 = 0,007$ (мм).

Предельно допустимая погрешность штангенциркуля $\pm 0,004$ мм (таблица1)

$\Delta X = 0,007$ мм $> 0,004$ мм $\rightarrow$ микрометр не пригоден к использованию.

Таблица 2 - Результаты проверки средств измерений

СИ	Абсолютная погрешность	Относительная погрешность	Заключение о пригодности СИ
Линейка	0	0	пригодно
Штангенциркуль	0,15	Не нормируется	Не пригодно
Микрометр	0,007	Не нормируется	Не пригодно

Практическое занятие № 9

Контроль качества асфальтобетонного покрытия и составление протокола о соответствии или несоответствии покрытия требованиям ГОСТ

Цель работы:

Составить заключение (протокол испытания) о соответствии или несоответствии верхнего слоя покрытия автомобильной дороги требованиям НД (нормативной документации) в аккредитованной(аттестованной) лаборатории, в соответствии с требованиями обеспечения единства измерений.

Теоретическая часть:

Качество продукции - совокупность свойств продукции, обуславливающих ее способность удовлетворять определенным потребностям потребителя.

Контроль качества продукции - проверка соответствия показателей качества продукции установленным требованиям.

В зависимости от контролируемого производственного этапа различают контроль входной, технологический и приемочный.

Входной контроль заключается в проверке соответствия поступающих материалов, изделий и конструкций установленным требованиям.

Технологический контроль состоит в проверке соответствия характеристик, режимов и других показателей технологического процесса установленным требованиям.

Приемочный контроль заключается в проверке соответствия готовых изделий и конструкций требованиям государственных стандартов или технических условий.

От качества асфальтобетона зависит надежность, устойчивость конструкций и, что наиболее важно – человеческая жизнь. Асфальт

применяют в дорожном строительстве, укладке пола промышленных зданий, аэродромном покрытии и т.д. Качество асфальтовой смеси, а также непосредственное ее использование – решающие факторы. Качество бетона зависит от целого ряда факторов:

- климатические условия;
- конструкция дорожного полотна;
- свойства материалов для смеси;
- интенсивность дорожного движения на конкретной части дороги;
- производится ли контроль над текущим состоянием (проводится ли рециклинг).

Перед использованием асфальтобетон должен пройти некоторые тесты на устойчивость, водостойкость, износостойкость и прочее. Подобный отбор проводит специализированная лаборатория, которая сможет, в случае успешного прохождения, предоставить гарантии на материал.

Первый этап создания асфальтобетона – приготовление смеси. От верных пропорций, особенной рецептуры, технологий приготовления и укладки зависит качество материала. Производством смесей занимаются сертифицированные предприятия, на которых каждый этап приготовления отслеживается и фиксируется. Следующий этап – укладка асфальта. Если компания, которая ведет дорожные работы, неправильно транспортировала материал (в несоответствующей температуре), качество ухудшается.

Задание:

Определить соответствие верхнего слоя дорожного покрытия требованиям нормативной документации (ГОСТ 9128-2013 и ГОСТ 12801-98 по показателям прочности при сжатии при температурах 50°C, 20 °C и 0 °C) и выдать заключение (протокол испытания) о соответствии или несоответствии верхнего слоя покрытия автомобильной дороги требованиям НД (нормативной документации).

Исходные данные:

Участок дороги по пр. Кулакова от ул.Ленина до пр.Юности.

Заказчик: администрация города.

Необходимость исследования: укладка дорожного покрытия во время дождя.

Подрядчик работ: не известен.

Характеристика материала:

Значение асфальтобетонной марки – I,

Дорожно-климатическая зона – IV,

Асфальтобетон плотный типа Б,

В лаборатории асфальт испытали на прессе 1-ИПА-АБ.

Значение предельной нагрузки в таблице 1.



Рисунок 1 – Образцы керны и переформованные-образцы

Керны и образцы из вырубок покрытия общей массой 11 кг, переформовали в 15 образцов-цилиндров по 6.1. ГОСТ 12801-98. Получившиеся образцы испытали по п. 15 ГОСТ 12801-98 и определили предел прочности при сжатии при трех температурах. Получившееся значение предельной нагрузки занесены в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты испытаний переконформованных образцов-цилиндров асфальтобетона на прочность при сжатии:

№ образца	Температура, °С	Нагрузка F, кН			
1	50	5,21			
2		5,20			
3		5,19			
4		5,23			
5		5,22			
6	20	10,01			
7		10,02			
8		9,99			
9		10,05			
10		10,04			
11	0	58,01			
12		58,0			
13		57,99			
14		57,98			
15		57,96			

Список нормативных документов:

1. ГОСТ 9128-2013 «СМЕСИ АСФАЛЬТОБЕТОННЫЕ, ПОЛИМЕРАСФАЛЬТОБЕТОННЫЕ, АСФАЛЬТОБЕТОН, ПОЛИМЕРАСФАЛЬТОБЕТОН ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ И АЭРОДРОМОВ. Технические условия»

2. ГОСТ 12801-98 «МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЯЖУЩИХ ДЛЯ ДОРОЖНОГО И АЭРОДРОМНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА. Методы испытаний»

См. Пример протокола

Рекомендуется к изучению нормативная база - Сводь правил (СП) и Государственные стандарты (ГОСТы) по техническим условиям (ТУ) и методам испытаний (МИ) .

Бесплатная база всех СП, ГОСТов и других нормативных документов доступна по ссылке : <http://docs.cntd.ru>

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по организации самостоятельной работы**

Содержание

Введение

1. Самостоятельная работа как важнейшая форма учебного процесса
2. Цели и основные задачи самостоятельной работы
3. Виды самостоятельной работы
4. Организация самостоятельной работы
5. Общие рекомендации по организации самостоятельной работы
6. Методические рекомендации для студентов по отдельным формам самостоятельной работы
7. Критерии оценки самостоятельной работы

Введение

Основная задача высшего образования заключается в формировании творческой личности профессионала, способного к саморазвитию, самообразованию и инновационной деятельности.

Успешное усвоение дисциплин по различным образовательным программам предполагает активное, творческое участие обучающегося на всех этапах ее освоения путем планомерной, повседневной не только аудиторной, но и самостоятельной работы.

Самостоятельная работа студентов является одной из важнейших составляющих образовательного процесса. Самостоятельная работа – это процесс активного, целенаправленного приобретения обучающимися новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Объем самостоятельной работы (в часах) определен учебным планом.

Методические указания по организации самостоятельной работы студентов (далее – СРС) являются обязательной частью учебно-методических комплексов учебных дисциплин.

Методические указания по организации самостоятельной работы для студентов, наряду с методическими указаниями по выполнению лабораторных работ, практических занятий и работе с лекционным материалом; по формам текущего, промежуточного и итогового контроля; по выполнению курсовых работ/проектов, расчетно-графических работ, контрольных работ; по подготовке и защите выпускных квалификационных работ, составляют единый комплекс методического обеспечения УМК каждой учебной дисциплины.

Цель методических указаний СРС – определить роль и место самостоятельной работы студентов в учебном процессе; конкретизировать ее уровни, формы и виды; обобщить методы и приемы выполнения определенных типов учебных заданий; объяснить критерии оценивания.

1. Самостоятельная работа как важнейшая форма учебного процесса

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

Самостоятельная работа обучающихся является важным видом учебной и научной деятельности. В связи с этим, обучение включает в себя две, практически одинаковые по объему и взаимовлиянию части – процесса обучения и процесса самообучения. Поэтому СРО должна стать эффективной и целенаправленной работой.

Концепцией модернизации российского образования определены основные задачи высшего образования – «подготовка квалифицированного работника соответствующего уровня и профиля, конкурентоспособного на рынке труда, компетентного, ответственного, свободно владеющего своей профессией и ориентированного в смежных областях деятельности, способного к эффективной работе по специальности на уровне мировых стандартов, готового к постоянному профессиональному росту, социальной и профессиональной мобильности».

Решение этих задач невозможно без повышения роли самостоятельной работы обучающихся над учебным материалом, усиления ответственности преподавателей за развитие навыков самостоятельной работы, за стимулирование профессионального роста обучающихся, воспитание творческой активности и инициативы.

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

Формы самостоятельной работы студентов разнообразны. Они включают в себя:

- изучение и систематизацию официальных государственных документов - законов, постановлений, указов, нормативно-инструкционных и справочных материалов с использованием информационно-поисковых систем «Консультант-плюс», «Гарант», глобальной сети «Интернет»;
- изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств официальной, статистической, периодической и научной информации;
- подготовку докладов и рефератов, написание выпускных квалификационных работ;
- участие в работе студенческих конференций, комплексных научных исследованиях.

Самостоятельная работа приобщает студентов к научному творчеству, поиску и решению актуальных современных проблем.

2. Цели и основные задачи самостоятельной работы

Ведущая цель организации и осуществления СРС должна совпадать с целью обучения студента. При организации СРС важным и необходимым условием становятся формирование умения самостоятельной работы для деятельности.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности обучающихся, творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений.

Основными 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 промежуточной аттестации - зачетам и экзаменам.

3. Виды самостоятельной работы

Самостоятельная работа студента включает:

- самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы;
- подготовка к лекциям;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к лабораторным работам;
- написание рефератов;
- выполнение контрольной работы;
- выполнение курсовой работы (проекта);

- выполнение расчетно-графической работы;
- подготовка исследовательской работы (написание статьи, доклада);
- подготовка выпускной квалификационной работы;
- подготовка к текущей и промежуточной аттестации;
- подготовка к государственной итоговой аттестации.

Для выполнения самостоятельной работы студентам необходимо ознакомиться с содержанием рабочей программы дисциплины, с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками по данной дисциплине, с графиком консультаций преподавателей кафедры, с перечнем ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

4. Организация самостоятельной работы

Самостоятельная работа студента – способ активного, целенаправленного приобретения новых знаний и умений без непосредственного участия в этом процессе преподавателей.

Организационные мероприятия, обеспечивающие развитие навыков самостоятельной работы студентов, воспитание их творческой активности и инициативы, а также, в целом, обеспечивающие нормальное функционирование самостоятельной работы студентов, должны основываться на следующих предпосылках:

- самостоятельная работа должна быть конкретной по своей предметной направленности;
- самостоятельная работа должна сопровождаться эффективным, непрерывным контролем и оценкой ее результатов.

Предметно и содержательно самостоятельная работа определяется федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки, основной образовательной программой, учебным планом, рабочими программами дисциплин.

Контроль самостоятельной работы и оценка ее результатов организуются как единство двух форм:

- самоконтроль и самооценка;
- внешний контроль и оценка со стороны преподавателей, государственных экзаменационных комиссий и др.

5. Общие рекомендации по организации самостоятельной работы

Организация самостоятельной работы студентов направлена на решение следующих задач:

- а) закрепление, обобщение и повторение пройденного учебного материала; применение полученных знаний в традиционных педагогических ситуациях и при решении задач высокого уровня неопределенности;
 - б) совершенствование умений и навыков по изучаемой дисциплине; формирование межпредметных, общеучебных, исследовательских умений;
 - в) активизация учебной и научно-исследовательской деятельности обучающихся, ее максимальная индивидуализация с учетом индивидуальных особенностей и академической успеваемости студентов;
 - г) формирование готовности студентов к самообразованию в течение всей жизни.
- Видами занятий для самостоятельной работы могут быть:

Для овладения знаниями:

- чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы, конспектов лекций);
- составление плана текста, графическое изображение структуры текста;
- конспектирование текста; выписки из текста, работа со словарями и справочниками, ознакомление с нормативными документами;
- учебно-исследовательская работа, использование аудио и видеозаписей, компьютерной техники, интернета и др.

Для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций, повторная работа над материалом;
- составление плана и тезисов ответа;
- составление таблиц для систематизации учебного материала;
- ответы на контрольные вопросы;
- аналитическая обработка текста (аннотирование, рецензирование, реферирование, контент-анализ);
- подготовка сообщения для выступления на конференции;
- подготовка рефератов, докладов;
- составление библиографии.

Для формирования умений:

- выполнение контрольных работ;
- выполнение чертежей, схем, расчетно-графических работ;
- проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности.
- подготовка курсовых и дипломных работ (проектов);

Для формирования компетенций:

- принятие решений по конкретной ситуации;
- грамотная формулировка задания для исполнения;
- организация контроля по сферам деятельности.

6. Методические рекомендации для студентов по отдельным формам самостоятельной работы

Система вузовского обучения подразумевает значительную самостоятельность студентов в планировании и организации своей деятельности.

6.1 Самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы

Работа с литературой является основным методом самостоятельного овладения знаниями. Это сложный процесс, требующий выработки определенных навыков, поэтому студенту нужно обязательно научиться работать с книгой.

Осмысление литературы требует системного подхода к освоению материала. В работе с литературой системный подход предусматривает не только тщательное (иногда многократное) чтение текста и изучение специальной литературы, но и обращение к дополнительным источникам – справочникам, энциклопедиям, словарям. Эти источники – важное подспорье в самостоятельной работе студента, поскольку глубокое изучение именно их материалов позволит студенту уверенно «распознавать», а затем самостоятельно оперировать теоретическими категориями и понятиями, следовательно – освоить новейшую научную терминологию. Такого рода работа с литературой обеспечивает решение студентом поставленной перед ним задачи (подготовка к практическому занятию, выполнение контрольной работы и т.д.).

Выбор литературы для изучения делается обычно по предварительному списку литературы, который выдал преподаватель, либо путем самостоятельного отбора материалов. После этого непосредственно начинается изучение материала, изложенного в книге.

Наиболее надежный способ собрать нужный материал – составить план или конспект. *Конспект, план-конспект* – это последовательная фиксация отобранной и обдуманной в процессе чтения информации.

Цель – зафиксировать, переработать тот или иной научный текст. Они позволяют восстановить в памяти ранее прочитанное без дополнительного обращения к самой книге.

План – это «скелет» текста, он компактно отражает последовательность изложения материала. План как форма записи обычно более подробно передает содержание частей текста, чем оглавление книги или подзаголовки статей. Самые важные места в книге отмечайте, используя для этого легко стирающийся карандаш или вкладки листки. Запись любых планов следует делать так, чтобы ее легко можно было охватить одним взглядом.

Вся рекомендуемая для изучения курса литература подразделяется на основную и дополнительную. К основной литературе относятся источники, необходимые для полного и

твердого усвоения учебного материала (учебники и учебные пособия). Необходимость изучения дополнительной литературы диктуется прежде всего тем, что в учебной литературе (учебниках) зачастую остаются неосвещенными современные проблемы, а также не находят отражение новые документы, события, явления, научные открытия последних лет. Поэтому дополнительная литература рекомендуется для более углубленного изучения программного материала.

6.2 Подготовка к лекциям и работа с конспектом лекций

При подготовке к лекции студенты должны предварительно ознакомиться с учебным материалом по данной теме и при конспектировании лекции акцентировать внимание на новых теоретических положениях, правовых и иных данных, не нашедших отражения в учебной литературе.

Лекция имеет цель – систематизация основы научных знаний по дисциплине, сконцентрировать внимание обучающихся на наиболее актуальных проблемах.

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы. Дает рекомендации на практические занятия и указания на самостоятельную работу.

Предварительное не углубленное знакомство с материалом очередной лекции дает многое. Студенты получают общее представление о ее содержании и структуре, о главных и второстепенных вопросах, о терминах и определениях. Все это облегчает работу на лекции и делает ее целеустремленной.

Основные моменты лекционных занятий конспектируются. Отдельные темы предлагаются для самостоятельного изучения с обязательным составлением конспекта.

Краткие записи лекций, их конспектирование помогает усвоить учебный материал. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное, основное и сделано это самим обучающимся.

Запись лекций рекомендуется вести по возможности собственными формулировками. Желательно запись осуществлять на одной странице, а следующую оставлять для проработки учебного материала самостоятельно в домашних условиях.

Самостоятельную работу следует начинать с доработки конспекта, желательно в тот же день, пока время не стерло содержание лекции из памяти. С целью доработки необходимо в первую очередь прочитать записи, восстановить текст в памяти, а также исправить описки, расшифровать не принятые ранее сокращения, заполнить пропущенные места, понять текст, вникнуть в его смысл. Далее прочитать материал по рекомендуемой литературе, разрешая в ходе чтения, возникшие ранее затруднения, вопросы, а также дополнения и исправляя свои записи. Записи должны быть наглядными, для чего следует применять различные способы выделений. В ходе доработки конспекта углубляются, расширяются и закрепляются знания, а также дополняется, исправляется и совершенствуется конспект.

Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть знаниями.

6.3 Подготовка к практическим занятиям

Целью практических занятий является получение базовых навыков по применению теоретических знаний. Это необходимо при решении всевозможных задач на различных этапах практической деятельности.

Задачи подготовки и проведения практических занятий:

- закрепление и углубление знаний;
- создание практических навыков и умений в практической деятельности и повседневной жизни для: поиска, первичного анализа и использования информации;
- анализа конкретных ситуаций и условий их реализации;
- изложения и аргументации собственных суждений по практической ситуации;
- развитие стремления и способности к самостоятельному исследованию изучаемых реальностей, их критической оценки.

Подготовка к практическим занятиям включает: изучение нормативных актов, учебной литературы, лекционного материала; подготовка рефератов.

Практические занятия по дисциплине проводятся в форме различных дискуссий (семинарских занятий) и (или) анализа конкретных ситуаций (выполнение практических заданий).

6.4 Подготовка к лабораторным работам

Лабораторные работы составляют важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки студентов. Они направлены на формирование учебных и профессиональных практических умений.

На лабораторных занятиях задания выполняются по материалам согласно плану.

До начала лабораторных занятий обучающиеся должны пройти инструктаж по технике безопасности.

Перед выполнением лабораторной работы обучающийся должен изучить теоретический материал по теме лабораторной работы по основной и дополнительной литературе, ознакомиться с ресурсами информационно - телекоммуникационной сети «Интернет». При этом обучающийся должен учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы.

В ходе подготовки к лабораторным занятиям необходимо ознакомиться с методическими указаниями; с порядком ее выполнения; освоить основные понятия; изучить алгоритмы; методы и технологии, необходимые для реализации этих алгоритмов; ответить на контрольные вопросы.

После выполнения работы производится обработка полученных результатов, составляется и защищается отчет. Без защиты отчета студент, как правило, не допускается к очередной работе.

6.5 Написание рефератов

Реферат представляет собой краткое изложение в письменной форме содержания научного труда по определенной теме, возможно выходящего за рамки учебной программы, а также изложение книги, статьи, исследования. Иными словами, реферат – это индивидуальная научная работа, раскрывающая содержание исследуемой проблемы с различных позиций и точек зрения, с формированием самостоятельных выводов.

Целью написания реферата является сообщение определенной информации для развития навыков научно-исследовательской работы.

В процессе подготовки реферата, обучающиеся, глубже постигают вопросы изучаемого предмета, поскольку:

- анализируются различные точки зрения, факты и события;
- ведется научно обоснованная полемика;
- обобщается материал;
- лаконично излагаются мысли;
- правильно оформляется работа с составлением плана, библиографии и систематизацией информации.

Подготовка реферата включает в себя:

- выбор и формулирование темы, которая должна обладать новизной, актуальностью и оригинальностью;
- подбор литературы и изучение основных источников;
- составление содержания, раскрывающего название работы;
- выписки из литературных источников с целью накопления теоретического и практического материала;
- написание реферата и его оформление;
- составление списка использованной литературы.

6.6 Выполнение контрольной работы

Контрольная работа является одной из составляющих учебной деятельности студента по овладению знаниями в области теплогазоснабжения и вентиляции. К ее выполнению необходимо приступить только после изучения тем дисциплины.

Целью контрольной работы является определения качества усвоения лекционного материала и части дисциплины, предназначенной для самостоятельного изучения.

Задачи, стоящие перед студентом при подготовке и написании контрольной работы:

1. закрепление полученных ранее теоретических знаний;
2. выработка навыков самостоятельной работы;

3. выяснение подготовленности студента к будущей практической работе.

Преподаватель готовит задания либо по вариантам, либо индивидуально для каждого студента. По содержанию работа может включать теоретический материал, задачи, тесты, расчеты и т.п. выполнению контрольной работы предшествует инструктаж преподавателя.

Ключевым требованием при подготовке контрольной работы выступает творческий подход, умение обрабатывать и анализировать информацию, делать самостоятельные выводы, обосновывать целесообразность и эффективность предлагаемых рекомендаций и решений проблем, четко и логично излагать свои мысли. Подготовку контрольной работы следует начинать с повторения соответствующего раздела учебника, учебных пособий по данной теме и конспектов лекций.

6.7 Выполнение курсовой работы (проекта)

Курсовая работа (проект) - это самостоятельное исследование обучающимся определенной проблемы, комплекса взаимосвязанных вопросов, касающихся конкретной профессиональной ситуации.

Курсовая работа (проект) не должна состояться из фрагментов статей, монографий, пособий. Кроме простого изложения фактов и цитат, в курсовой работе (проекте) должно проявляться авторское видение проблемы и ее решения.

Рассмотрим основные этапы подготовки курсовой работы (проекта).

Выполнение курсовой работы (проекта) 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;
- составление графика выполнения курсовой работы (проекта).

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 курсовой работы (проекта). 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 написать первую (теоретическую) главу.

Выполнение курсовой работы (проекта) предполагает проведение определенного исследования. На основе разработанного плана обучающийся осуществляет сбор фактического материала, необходимых цифровых данных. Затем полученные результаты подвергаются анализу, статистической, математической обработке и представляются в виде текстового описания, таблиц, графиков, диаграмм. Программа исследования и анализ полученных результатов составляют содержание второй (аналитической) главы.

В третьей (рекомендательной) части должны быть отражены мероприятия, рекомендации по рассматриваемым проблемам.

Рабочий вариант текста курсовой работы (проекта) предоставляется руководителю на проверку. На основе рабочего варианта текста руководитель вместе со студентом обсуждает возможности доработки текста, его оформление. После доработки курсовая работа (проект) сдается на кафедру для ее оценивания руководителем.

Защита курсовой работы (проекта) обучающихся проходит в сроки, установленные графиком учебного процесса.

При подготовке к защите курсовой работы (проекта) обучающийся должен знать основные положения работы, выявленные проблемы и мероприятия по их устранению, перспективы развития рассматриваемой экономической ситуации.

Защита курсовой работы (проекта) проводится на кафедре при наличии у обучающегося курсовой работы (проекта). Оценка - дифференцирована. Преподаватель оценивает защиту курсовой работы (проекта) и заполняет графу "оценка" в ведомости и в зачетной книжке.

Не допускаются к защите варианты курсовых работ (проектов), найденные в Интернет, сканированные варианты учебников и учебных пособий, а также копии ранее написанных работ.

6.8 Выполнение расчетно-графической работы

Расчетно-графическая работа является важным элементом учебного процесса, предусмотрена учебным планом.

Цель расчетно-графической работы – систематизация и закрепление теоретических знаний, и развитие практических навыков по решению задач в области теплогазоснабжения и вентиляции, выработка навыков анализа данных и формулирования выводов по полученным результатам.

Задачами расчетно-графической работы являются:

- развитие навыков самостоятельной работы в области решения практических задач;
- подбор и систематизация теоретического материала, являющегося основой для решения практической задачи, развитие навыков самостоятельной работы с учебной и методической литературой;
- проведение расчетов показателей по исходным данным и анализ полученных значений;
- формулирование выводов по полученным результатам.

Выполнение расчетно-графической работы проводится студентом по конкретному варианту задания, который необходимо уточнить у преподавателя.

Содержанием расчетно-графической работы является краткое изложение теоретического материала к каждой задаче, решение задачи по индивидуальному варианту, включающее в себя расчет основных показателей, анализ полученных результатов, формулирование выводов.

Расчетно-графическая работа должна содержать:

1. Титульный лист.
2. Условие задачи.
3. Теоретическая часть по каждой задаче (1-3 страницы).
4. Практическая часть и выводы по каждой задаче.
5. Библиографический список (не менее 5 источников).

Условие задачи оформляется по центру заголовком «Задача №».

Текст условия задачи должен совпадать с текстом в методических указаниях, включая таблицы, при их наличии.

Далее излагается теоретический материал, лежащий в основе решения задачи, включающий в себя основные определения, формулы расчетов показателей и др.

В практической части излагается подробное решение задачи. При необходимости результаты оформляются в виде сводной таблицы.

К каждой задаче необходимо сформулировать выводы, проанализировав полученные результаты.

Расчетно-графическая работа должна выполняться в соответствии с установленным графиком. В процессе выполнения расчетно-графической работы допускаются консультации у преподавателя на практических занятиях.

Выполнение основных этапов контролируется преподавателем и учитывается при проведении текущего контроля по дисциплине и при оценке расчетно-графической работы.

6.9 Подготовка исследовательской работы (написание статьи, научного доклада)

Научный доклад представляет собой исследование по конкретной проблеме, изложенное перед аудиторией слушателей. Работа по подготовке научного доклада включает не только знакомство с литературой по избранной тематике, но и самостоятельное изучение определенных вопросов.

Научный доклад может быть подготовлен для выступления на семинарском занятии, конференции научного общества, или в рамках круглого стола. В любом случае успешное выступление во многом зависит от правильной организации самого процесса подготовки научного доклада.

Подготовка научного доклада включает несколько этапов работы:

- выбор темы доклада;
- подготовка материалов;
- работа над текстом доклада;
- подготовка к выступлению.

Подготовка к научному докладу начинается с выбора темы Вашего будущего выступления.

Не следует выбирать слишком широкую тему научного доклада. Это связано с ограниченностью докладчика во времени. Доклад должен быть рассчитан на 7-15 минут.

Работа по подбору материалов для доклада связана с изучением соответствующей тематики литературы.

В процессе работы над текстом доклада обучающиеся глубже постигают вопросы изучаемого предмета, поскольку:

- анализируются различные точки зрения, факты и события; ведется научно обоснованная полемика;
- обобщается материал; лаконично излагаются мысли;
- правильно оформляется работа с составлением плана, библиографии и систематизацией информации.

Текст научного доклада должен включать три основные части:

- введение – краткое знакомство слушателей с обсуждаемой в докладе проблемой;
- основную часть – логическое продолжение вопросов, обозначенных автором во введении. В этой части доклада раскрывается тема выступления, приводятся необходимые доказательства (аргументы);
- заключение – обобщение основной мысли и идеи выступления. В заключении можно кратко повторить основные выводы и утверждения, прозвучавшие в основной части доклада.

Научный доклад представляет собой устное произведение и чтение вслух подготовленного текста недопустимо.

К секретам хорошего выступления можно отнести следующие моменты:

- до и после важных мыслей следует делать паузу;
- для большего акцента сказанного необходимо менять тон голоса и тембр речи. Это сделает Вашу речь более выразительной;
- необходимо иметь контакт с аудиторией.

6.10 Подготовка выпускной квалификационной работы

ВКР представляет собой самостоятельное логически завершённое исследование, связанное с решением научной или научно-практической задачи. При его выполнении студент должен показать способности и умения, опираясь на полученные знания, решать на современном уровне задачи профессиональной деятельности, грамотно излагать специальную информацию, докладывать и отстаивать свою точку зрения перед аудиторией.

Цель защиты ВКР – установление уровня подготовленности выпускника к выполнению профессиональных задач в соответствии с требованиями ФГОС ВО к квалификационной характеристике и уровню подготовки выпускника.

Студенту предоставляется право самостоятельного выбора темы ВКР. Для подготовки ВКР назначается научный руководитель и, при необходимости, консультанты.

ВКР состоит из текста (рукописи) и графических материалов, отражающих решение профессиональных задач в соответствии с избранной тематикой. Структура ВКР включает:

- титульный лист;
- задание, включая календарный план;
- содержание;
- введение;
- основной текст;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения.

Руководитель выпускной работы выдает задание; оказывает помощь в организации и выполнении работы; проводит систематические консультации обучающегося; проверяет выполнение работы; дает письменный отзыв о работе.

Представление иллюстративного материала к публичной защите возможно в виде:

- плакатов и чертежей;
- раздаточного материала с иллюстрациями; с использованием:
- проекционной техники;
- компьютерной презентации.

Конкретные требования к содержанию, структуре, формам представления и объемам устанавливаются в соответствующих Положениях о выпускных квалификационных работах и методических указаниях по их подготовке и оформлению.

6.11 Подготовка к текущей и промежуточной аттестации

Система контроля включает в себя текущий и промежуточный контроль. Текущий контроль должен быть непрерывным. Формы текущего контроля устанавливаются по усмотрению преподавателя. Промежуточный контроль – это итог работы студента за семестр с учетом всех видов учебной работы.

Текущий контроль. Текущий контроль успеваемости обучающихся – это систематическая проверка учебных достижений обучающихся, проводимая в целях оценивания хода освоения дисциплин в соответствии с рабочей программой.

Текущий контроль успеваемости студентов очной формы обучения проводится по всем дисциплинам учебного плана в течение семестра:

- на лабораторных, семинарских, практических занятиях, по которым рабочими программами дисциплин предусмотрены отчетности;
- по всем формам самостоятельной работы студентов в заранее установленное время.

Текущий контроль успеваемости студентов осуществляется преподавателями кафедр, за которыми закреплены дисциплины учебного плана, и может проводиться в следующих формах:

- собеседование,
- контрольная работа,
- защита лабораторной работы,
- реферата,
- расчетно-графическая работа, и др.

Виды и сроки проведения текущего контроля успеваемости студентов устанавливаются рабочей программой дисциплины.

Текущий контроль успеваемости является элементом внутривузовской системы контроля качества подготовки обучающихся и способствует активизации познавательной деятельности студентов в ходе аудиторных занятий, при выполнении программ самостоятельной и индивидуальной работы.

Текущий контроль успеваемости должен учитывать выполнение обучающимися всех видов учебных занятий, предусмотренных учебным планом и рабочей программой дисциплины, самостоятельную, исследовательскую работу и посещаемость учебных занятий.

Анализ результатов текущего контроля студентов, обучающихся на основе рейтинговой оценки знаний, проводится 2 раза в семестр:

- в первом полугодии - на 1 ноября, на 10 декабря;
- во втором полугодии - на 1 апреля, на 20 мая.

Анализ результатов текущего контроля студентов, не участвующих в рейтинговой системе оценки знаний, проводится в институтах: к указанным выше датам итоги текущего контроля и количество пропущенных занятий (в часах) преподаватели, ведущие занятия, проставляют в листы текущего контроля успеваемости, которые анализируются и хранятся в институтах.

Промежуточная аттестация. Промежуточная аттестация призвана оценить уровень сформированности компетенций, полученных студентами в процессе изучения дисциплины, курсового проектирования и обеспечить контроль качества освоения образовательных программ.

Промежуточная аттестация проводится по завершении изучения какой - либо дисциплины.

Формами промежуточной аттестации являются зачет и экзамен.

При явке на промежуточную аттестацию обучающийся обязан предъявить зачетную книжку. Фамилия обучающегося должна значиться в зачетно-экзаменационной ведомости.

Зачеты студентам по изучаемым дисциплинам выставляются преподавателем, проводившим практические, семинарские или лабораторные занятия группы (подгруппы), на последнем занятии по результатам работы в семестре. Для студентов, обучающихся на основе рейтинговой системы оценки знаний, зачет выставляется автоматически при условии сдачи всех контрольных мероприятий, предусмотренных текущим контролем успеваемости.

6.12 Подготовка к государственной итоговой аттестации

В соответствии с образовательным стандартом по направлению подготовки и образовательной программой по направлению подготовок, в состав государственной итоговой аттестации входят:

- государственный экзамен;
- защита выпускной квалификационной работы.

Подготовка к государственному экзамену

Цель государственного экзамена – оценить глубину полученных знаний, практические навыки применения этих знаний при решении профессиональных задач (компетентность).

В связи с необходимостью объективной оценки степени сформированности компетенций выпускника, тематика экзаменационных вопросов и заданий должна быть комплексной и соответствовать избранным разделам из различных учебных дисциплин, формирующих конкретные компетенции.

Например, в экзаменационное задание (вопрос) могут входить элементы нескольких дисциплин (модулей) общенаучного, и профессионального циклов.

На государственном экзамене могут контролироваться как отдельные компетенции, так и элементы различных компетенций.

Государственный экзамен может проводиться в письменной, устной и смешанной форме. Экзаменационные билеты включают несколько вопросов из представленного перечня дисциплин. Один из вопросов рекомендуется делать комплексным, ситуационным или представляющим задание практического характера. Перед итоговым экзаменом предполагается предэкзаменационная консультация и выделение времени на подготовку к экзамену не менее 7 дней. Для подготовки студентов к государственному экзамену разрабатывается программа, где должна быть отражена процедура подготовки и проведения государственного экзамена, критерии оценки.

В содержание программы включается перечень вопросов и заданий, выносимых на экзамен, и позволяющих оценить результаты обучения.

Подготовка к защите ВКР

Выпускная квалификационная работа (ВКР) представляет собой самостоятельную и логически завершенную выпускную квалификационную работу, связанную с решением задач того вида (видов) деятельности, к которым готовится студент (научно-исследовательской, научно-педагогической, проектной, технологической, исполнительской, творческой, организаторской и другим).

Выпускник должен не только подготовить ВКР, но и уметь защитить ее на итоговой государственной аттестации.

При подготовке к защите необходимо:

- повторить основные требования руководящих документов на текущий год по теме ВКР;
- подготовить все графические иллюстрации; составить доклад для устного изложения;
- изучить отзыв и рецензию на ВКР, подготовить ответы на замечания рецензента и окончательно уточнить свой доклад;
- ознакомиться с новыми руководящими документами и литературой по вопросам ВКР, а также с последними изменениями по вопросам теплогазоснабжения и вентиляции;
- провести предварительную защиту.

Демонстрационные материалы представляются по согласованию с руководителем.

Подготовка выпускником доклада по выполненной ВКР является важным этапом подготовки к защите. К подготовке доклада приступают после оформления пояснительной записки (текстуальной части) ВКР, запланированных в задании графических документов и разработки иллюстративного материала.

По времени доклад должен занимать 10...12 минут. За это время можно изложить 5...8 страниц машинописного текста доклада.

В докладе отражается: актуальность темы работы; теоретические положения, на которых базируется ВКР; результаты проведенного анализа изучаемой проблемы; конкретные предложения по деятельности соответствующих органов; дается разъяснение и убедительное обоснование положений и выводов по этим вопросам, исходя из полученных результатов. Особое внимание необходимо сосредоточить на собственных разработках и предложениях.

Доклад при защите ВКР может быть построен по следующей схеме: вначале излагается наименование темы, актуальность, раскрывается цель и задачи исследования, затем в необходимой логической последовательности докладывается содержание важнейших узловых вопросов темы и делается заключение. При изложении основного содержания ВКР следует показать постановку задач на исследование заданных вопросов, методику решения поставленных задач, основные результаты и выводы, к которым пришел выпускник в ходе выполнения выпускной квалификационной работы.

Основные выводы и предложения обосновываются необходимыми расчетами и примерами из практики.

В заключительной части доклада указывается, как достигнуты цели ВКР, что сделано и разработано, что нового выпускник предложил в результате выполнения ВКР, основные результаты работы и где они могут быть использованы.

Доклад строят с учетом графического материала (Чертежи, схемы, диаграммы и т.д.). Текст доклада согласовывается с руководителем.

Написанный доклад представляется руководителю для просмотра.

Текст доклада отрабатывают таким образом, чтобы его можно было излагать на память. Чтение доклада нежелательно, оно может привести к снижению оценки выпускной квалификационной работы.

7. Критерии оценки самостоятельной работы

Компетенции (знания, умения и навыки) студентов оцениваются оценками:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно»;
- «зачтено»;
- «не зачтено».

Зачеты оцениваются отметкой: «зачтено», «не зачтено».

Зачеты с оценкой оцениваются по пятибалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

По курсовым работам (проектам) в обязательном порядке выставляется зачет с оценкой.

Экзамены оцениваются по пятибалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

Основные критерии оценивания компетенций:

Отметка «зачтено» ставится студентам, успешно обучающимся по данной дисциплине в семестре и не имеющим задолженностей по результатам текущего контроля успеваемости.

Отметка «не зачтено» ставится студенту, имеющему задолженности по результатам текущего контроля успеваемости по данной дисциплине.

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы,

правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Отметка «неудовлетворительно» выставляется также, если обучающийся после начала экзамена отказался его сдавать.

Оценка «неудовлетворительно» проставляется только в экзаменационную ведомость, в зачетную книжку студента проставлять отметку «неудовлетворительно» не разрешается.

Критерии оценки уровня обученности и уровня сформированности компетенций по дисциплине устанавливает кафедра и отражает их в рабочей программе и фондах оценочных средств дисциплины.

Ответственность за единообразие требований, предъявляемых на экзаменах, несет заведующий кафедрой. По дисциплинам, изучаемым в течение двух и более семестров, итоговой оценкой является оценка, полученная на последнем экзамене.

Заключение

Самостоятельная работа всегда завершается какими-либо результатами. Таким образом, широкое использование методов самостоятельной работы, побуждающих к мыслительной и практической деятельности, развивает столь важные интеллектуальные качества человека, обеспечивающие в дальнейшем его стремление к постоянному овладению знаниями и применению их на практике.