

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

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**к практическим занятиям по дисциплине
«Теплотехнические измерения»
по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство»
направленность (профиль) «Теплогазоснабжение и вентиляция»**

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1

Качественная характеристика измеряемых величин – размерность. Применение теории размерностей для проверки формул и определения неизвестной зависимости между физическими величинами

Цель: Научить пользоваться международной системой физических единиц и приобрести практические навыки применения теории размерностей.

Теоретическая часть

Качественной характеристикой измеряемых величин является их размерность. Она отражает её связь с основными величинами и зависит от выбора последних.

Размерность обозначается символом $\dim$, происходящим от слова dimension, которое в зависимости от контекста может переводиться как размер, и как размерность.

Размерность основных физических величин обозначается соответствующими заглавными буквами. Для длины, массы, времени, например $\dim l = L$; $\dim m = M$; $\dim t = T$.

При определении размерности производных величин руководствуются следующими правилами:

1. Размерность левой и правой части не могут не совпадать так как сравниваться между собой могут только одинаковые свойства, объединяя левые и правые части уравнений, отсюда можно прийти к выводу, что алгебраически суммироваться могут только величины, имеющие одинаковые размерности.

2. Алгебра размерностей мультипликативна, т. е. состоит из одного единственного действия – умножения.

2.1. Размерность произведения нескольких величин равна произведению их размерностей. Так, если зависимость между значениями величин Q, A, B, C имеет вид $Q = A \cdot B \cdot C$, то $\dim Q = \dim A \cdot \dim B \cdot \dim C$.

2.2. Размерность частного при делении одной величины на другую равна отношению их размерностей, $Q = A/B$, то $\dim Q = \dim A / \dim B$.

2.3. Размерность любой величины, возведённой в некоторую степень, равна её размерности в той же степени, так, если $Q = A^n$, то $\dim Q = \dim A = \dim n A$.

Вопросы и задания

Задание 1. По определяющим уравнениям выразить размерности физических величин: скорость $V = l/t$; ускорение $a = V/t$; сила $F = m \cdot a$; плотность $\rho = m/V$; давление $P = F/S$; работа $A = F \cdot S$; мощность $P = A/t$.

Задание 2. Дать анализ размерностей уравнений:

$$q [\text{Дж/кг}] = u [\text{Дж/кг}] + p [\text{Па}] v [\text{м}^3/\text{кг}];$$

$$q [\text{Дж/кг}] = C v [\text{Дж/(кг K)}] T [K] + p [\text{Па}] v [\text{м}^3/\text{кг}];$$

$$q [\text{Дж/кг}] = C v [\text{Дж/(кг K)}] T [K] + p [\text{Па}] / \rho [\text{кг/м}^3].$$

Вопросы

1. Каковы правила конструирования систем единиц?
2. Назовите основные и дополнительные единицы системы СИ?
3. Как образуются кратные и дольные единицы Международной системы единиц?
4. Что называют единицей физической величины?
5. Принципы образования производных единиц Международной системы?
6. Что такое физическая величина?
7. Что такое размер физической величины?
8. Какие единицы являются дольными, кратными от единиц СИ?
9. Что такое системные, внесистемные единицы?
10. Какие существуют правила написания обозначения единиц?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2

Профилактика ошибок при измерениях

Цель: Научить производить вычисления с использованием абсолютной и относительной погрешности

Теоретическая часть

Точность измерений зависит от качества применяемых измерительных приборов, монтажа и способа установки прибора, условий работы измерителя и индивидуальных особенностей наблюдателя (его опыта). Точность измерений характеризуется величиной погрешности показаний прибора. Отклонение результата измерения от действительного значения измеряемой величины называется погрешностью измерения.

По характеру своего проявления погрешности проводимых измерений подразделяются на случайные, систематические и грубые («промахи»).

Случайные погрешности являются результатом воздействия большого числа факторов, не зависящих один от другого. Каждый из этих факторов оказывает малое влияние на результаты измерения, однако суммарное влияние всех факторов может быть значительным.

Систематические погрешности – это постоянные или подчиняющиеся определенному закону ошибки. Данные погрешности возникают вследствие неправильной установки либо износа деталей измерительных приборов.

По форме представления погрешности делятся на абсолютные, относительные и приведенные.

Погрешность измерения, выраженная в единицах измеряемой величины, называется абсолютной погрешностью измерения Δx :

$$\Delta x = x - x_0,$$

где x_0 – действительное (истинное) значение измеряемой величины.

Взятая с обратным знаком абсолютная погрешность называется абсолютной поправкой измерения. Отношение абсолютной погрешности измерения к действительному значению измеряемой величины называется относительной погрешностью измерения δ , %, которая равна:

$$\delta = \frac{\Delta X}{X} * 100 \text{ \%}.$$

Приведенная погрешность – отношение абсолютной погрешности к нормированному значению X_n , выраженное в процентах

$$\gamma = \pm \frac{\Delta X}{X_n} * 100 \text{ \%}.$$

В качестве нормированного значения может быть взято, например, максимальное значение $X_{\max}$ измеряемой величины $X_n = X_{\max}$.

Вопросы и задания

Задание 1. При измерении длины детали А получен ряд значений (мм): $l_1=10,55$; $l_2=10,57$;...; $l_n=10,56$. Вычислено среднее значение $l_{cp}=10,56$ мм. Вычислить абсолютные погрешности.

Задание 2. При измерении длины детали А были вычислены среднее значение $l_{cp}=10,00$ мм и абсолютная погрешность $\Delta l=0,01$ мм. Вычислить относительную погрешность.

Задание 3. Проведены многократные измерения, в результате которых получено: $x_1 = 10,5$; $x_2 = 10,7$; $x_3 = 11,1$; $x_4 = 10,9$; $x_5 = 10,8$. Доверительная вероятность $a = 0,95$. Параметр равномерного распределения $d = 0,1$. Требуется определить абсолютную и относительную погрешность измерений.

Вопросы

1. Дайте определение погрешности прибора.
2. Перечислите погрешности средств измерений.
3. Охарактеризуйте случайные погрешности.
4. Какие факторы влияют на появление случайных, систематических и грубых погрешностей?
5. Абсолютная, относительная, приведенная и допустимая погрешности.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3

Вероятностные оценки случайных ошибок

Цель: Изучить вероятностные оценки случайных ошибок

Теоретическая часть

При измерениях физических величин в тех случаях, когда основную роль играют случайные ошибки, все оценки точности измерения можно сделать только с некоторой вероятностью. Действительно, случайные ошибки образуются в результате совокупности ряда мелких не учитываемых причин (факторов), каждая из которых вносит незначительный вклад в общую ошибку. Следует считать, что часть из этих ошибок положительна, часть — отрицательна. Общая ошибка, которая образуется в результате сложения таких элементарных ошибок, может иметь различные значения, но каждому из них будет соответствовать, вообще говоря, разная вероятность.

Допустим, нам нужно взвесить сотню образцов, для взвешивания которых мы располагаем весами, позволяющими определить вес с погрешностью 0,05 г (например, вследствие того, что самая мелкая гиря, употребляемая при взвешивании, — 0,05 г). Предельная нагрузка, допускаемая весами, не позволяет класть на чашку более одного взвешиваемого образца. Спрашивается, какую ошибку мы можем допустить при определении суммарного веса всех 100 предметов?

Известно, что при каждом взвешивании ошибка может быть как положительной, так и отрицательной, но не превышающая в обоих случаях 0,05 г. Естественнее считать, что мы будем ошибаться одинаково часто как в сторону завышения, так и в сторону занижения веса, вероятность получить ошибку +0,05, равной вероятности получения ошибки – 0,05 одинакова.

Тогда $P_{(+0.05)} = P_{(-0.05)} = 1/2$.

При этом считается, что все отдельные ошибки отличаются только знаком и имеют по абсолютной величине максимальное возможное значение 0,05. Такое допущение только завесит общую ошибку результата, что на данный момент несущественно. Пусть при измерении первого образца имеется ошибка, равная +0,05, вероятность чего, как мы сказали, равна 1/2. Вероятность того, что и при измерении второго образца мы сделаем снова положительную ошибку, будет в соответствии с известным нам правилом умножения вероятностей равна $(1/2)^2$, т. е. 1/4. Наконец, вероятность при всех 100 измерениях сделать ошибку одного и того же знака будет $(0.5)^{100}$, т. е. число, имеющее 30 нулей после запятой. Такая вероятность с любой практической точки зрения равна нулю. Таким образом, мы пришли к заключению, что можно сделать ошибку в общем весе в 5 г ($0,05 \cdot 100$), но вероятность такой ошибки незначимо мало превышает нуль, т. е., иначе говоря, действительная ошибка при таком способе взвешивания будет практически меньше 5 г. Мы выбрали наиболее неблагоприятный случай — ошибка каждого взвешивания имеет наибольшее значение, и все они оказались одного знака. Теория вероятностей дает возможность подсчитать, какова будет вероятность для других величин ошибок.

Вопросы и задания

Задание 1. При определении предела прочности бетона при сжатии по трем контрольным образцам были получены следующие единичные результаты в сериях (МПа): 1) 19,8; 21,6; 18,6; 2) 17,5; 24,8; 17,7. Определить, в какой из серий разброс единичных результатов вокруг среднего значения выше.

Задание 2. Определить, какая из серий определения равновесной влажности древесины имеет меньшую ошибку (по величине коэффициента вариации): серия 1: 9,8; 7,6; 8,4; 8,7; 10,1; 9,1, серия 2: 7,4; 9,9; 9,8; 8,7; 10,3; 7,8.

Задание 3. По результатам экспериментальных исследований определения средней плотности газобетона (кг/м^3): 622; 598; 611; 634; 620; 633; 598; 604; 610; 587; 622; 630 определить влияние количества повторов в серии испытаний (3; 6; 9 или 12) на величину коэффициента вариации и доверительной ошибки среднего значения (абсолютное значение и процент от среднего значения плотности газобетона при $q=0.05$).

Задание 4. Определить наиболее вероятное значение физической величины, результаты измерения которой приведены: $X_1=20$; $X_2=19$; $X_3=19$; $X_4=21$; $X_5=22$; $X_6=20$; $X_7=19$; $X_8=22$.

Задание 5. Определить среднеквадратическое значение среднего напряжения для 25 измерений, если среднеквадратичное отклонение отдельного измерения $\sigma=0,5$ В.

Вопросы

1. Вероятностные оценки случайных ошибок
2. Коэффициент вариации
3. Выборочное среднеквадратичное отклонение
4. Дисперсия измерений
5. Нормальный закон распределения для трех значений сигм

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4

Оценка точности результата измерения при малом числе наблюдений

Цель: Освоить методику оценки точности результата измерения при малом числе наблюдений

Теоретическая часть

Для оценки точности результата наблюдения служит среднее квадратическое отклонение результата наблюдения σ_n (квадрат этой величины, т.е. σ_n^2 , называется рассеиванием или дисперсией результат наблюдения и обозначается D). В реальных условиях мы имеем дело с конечными рядами наблюдаемых значений измеряемой величины, так что, определяя при ограниченном числе наблюдений, можем найти только приближенное значение или оценку этого отклонения, определяемого по формуле

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(\bar{X} - X_i)^2}{(n-1)}},$$

где n – число наблюдений;

X_i - значение величины, полученное при i-м наблюдении;

$\bar{X}$ - среднее арифметическое значение (результат измерений).

Для получения полного представления о точности и надежности оценки случайного отклонения результата наблюдения должны быть указаны доверительные границы, доверительный интервал и доверительная вероятность.

При известном σ доверительные границы указываются следующим образом: нижняя граница ($-\sigma$), верхняя граница ($+\sigma$) (сокращенно $\pm\sigma$), за пределы которых с вероятностью $P = 0,683$ (или 68,3%) не выйдут значения случайных отклонений ($\bar{X} - X$).

Доверительный интервал выражается в виде $I_p = (\bar{X} - \sigma, \bar{X} + \sigma)$. В зависимости от целей измерения могут задаваться и другие доверительные границы $\Delta = \pm k\sigma$, а доверительный интервал погрешности результата наблюдений

$$I_p = (\bar{X} - k\sigma, \bar{X} + k\sigma),$$

где σ - среднее квадратическое отклонение результата наблюдения;

k - квантильный множитель, значение которого зависит от выбранного закона распределения случайной погрешности.

Так для равномерного закона распределения $k = \sqrt{3}$ и не зависит от доверительной вероятности. Для нормального закона распределения k зависит от значения доверительной вероятности (P) и количества выборочных значений (n): значения $k = Z_p$ при $n > 30$; $k = t_p$ при $n < 30$ (закон Стьюдента). Значения k для наиболее употребительных доверительных вероятностей P и различных n приведены в таблице.

Оценка погрешности (точности) результата измерения

Результат измерения принимается равным среднему арифметическому значению $\bar{X}$. Согласно теории погрешностей, оценка среднего квадратического отклонения результата измерения σ_x в $\sqrt{n}$ раз меньше оценки среднего квадратического отклонения результата наблюдений

$$\sigma_x = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}.$$

Вопросы и задания

Задание 1. Определить допускаемую основную погрешность прибора, если его класс точности $K = 1,0$, а пределы измерения шкалы $0 \div 600$ В.

Задание 2. Определить допускаемую основную погрешность прибора, если его класс точности $K = 1,5$, а пределы измерения шкалы $200 \div 600$ В.

Задание 3. Определите абсолютную и относительную погрешность измерений. Исходные данные для расчетов приведены в табл. 1.

Таблица 1- Исходные данные для определения абсолютной и относительной погрешностей измерений

№ варианта	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉
1	10,3	10,9	10,4	10,7	10,7	10,1	10,3	10,3	10,4
2	11,2	11,0	11,9	11,5	12,0	11,9	11,3	11,0	
3	20,1	20,0	20,1	20,0	20,9	20,6	20,1		
4	30,9	30,9	30,3	30,2	30,6	30,6			
5	17,5	17,8	17,1	17,1	17,3				
6	10,5	10,2	10,0	11,0					
7	31,1	31,8	31,5	31,4	31,5	31,7	31,5	31,0	31,4
8	11,0	10,3	10,7	10,1	10,6	10,2	10,7	10,1	
9	60,1	60,7	60,4	60,2	60,9	60,6	61,0		
10	10,8	10,6	10,1	10,9	10,8	10,6			
11	17,2	17,1	17,3	17,0	17,5				
12	10,1	11,0	10,3	10,6					
13	11,0	11,0	11,0	10,7	10,1	10,8	10,6	11,0	10,1
14	20,2	20,7	20,4	20,9	20,5	21,0	20,7	20,3	
15	10,9	10,0	10,6	11,0	10,5	10,9	10,5		

Примечание. d = 0,1; a = 0,95

Вопросы

1. Дать определение прямых и косвенных измерений.
2. Пояснить понятие класса точности приборов.
3. Дать определение действительной и номинальной погрешности

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 5

Оценка и учёт погрешностей при технических измерениях. Динамические характеристики средств измерений

Цель: Освоить методику оценки и учёта погрешностей при технических измерениях

Теоретическая часть

Под техническими измерениями понимают измерение практически постоянных (статических) величин, выполняемые **однократно** (т. к. случайные погрешности не являются определяющими) с помощью **рабочих** средств измерений, точность которых оценивается предельной погрешностью:

$$\Delta_{max} = \pm(\Delta + \Delta_m),$$

где Δ – пределы основной допускаемой погрешности;

Δ_m – методическая погрешность, равная сумме погрешностей отдельных измерений.

Вопросы и задания

Задание 1. Определить коэффициент затухания колебаний прибора, если амплитуда первого выброса $A_1=300$ В, а третьего – $A_3=3$ В.

Задание 2. Определить коэффициент затухания колебаний прибора, если амплитуда первого выброса $A_1=500$ мВ, а третьего – $A_3=10$ мВ.

Задание 3. Как будет представлен результат измерения, если считанное с прибора значение – 10 кВт; допускаемая основная погрешность прибора – 0,1 кВт; методическая погрешность – 0,2 кВт.

Задание 4. Определить согласованность шкалы прибора, если его допускаемая основная погрешность выражается $\Delta=\pm(0,001+0,0005 N)$ В, для значения $N=300$ В. Цена деления шкалы 5 В.

Вопросы

1. Классификация средств измерения.
2. Сколько раз необходимо выполнить техническое измерение?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 6

Повышение точности измерения температуры контактными методами

Цель: Получение знаний по основным методам и средствам контактного измерения температуры.

Теоретическая часть

Температура - это параметр теплового состояния, представляющий собой физическую величину, которая характеризует степень нагретости тела. Степень нагретости тела обусловлена его внутренней энергией. Непосредственно измерить температуру тела невозможно. Температура измеряется косвенным путем с использованием температурной зависимости какого-либо физического свойства термометрического тела.

Существуют два основных способа для измерения температур - контактные и бесконтактные. Контактные способы основаны на непосредственном контакте измерительного преобразователя температуры с исследуемым объектом, в результате чего добиваются состояния теплового равновесия преобразователя и объекта.

В зависимости от физических свойств, положенных в основу принципа действия приборов для измерения температуры, приборы можно разделить на следующие группы:

- механические термометры;
- манометрические термометры;
- термометры сопротивления;
- термоэлектрические термометры.

Манометрические термометры работают по принципу изменения давления жидкости, газа или пара с жидкостью в замкнутом объеме при нагревании или охлаждении этих веществ. Термометры сопротивления используют свойства металлических проводников изменять электрическое сопротивление при нагреве. Термоэлектрические термометры построены на свойстве разнородных металлов и сплавов образовывать в паре (спае) термоэлектродвижущую силу, зависящую от температуры спаев.

Вопросы и задания

Задание 1. Требуется определить поправку на температуру выступающего столбика; Δt и действительные показания t_d жидкостного термометра ТТЖ-М.

Исходные данные для определения поправки и действительной температуры, измеренной термометром расширения

Номер варианта	Высота выступающего столба п, дел.	Температура градуировки $t_{гр}, ^\circ\text{C}$	Температура окружающей среды $t_{в}, ^\circ\text{C}$	Температура по термометру $t, ^\circ\text{C}$
1	67	24	39	167
2	61	25	39	116
3	67	23	30	149
4	42	23	34	157
5	65	25	33	158
6	57	24	35	119
7	57	22	36	167
8	62	24	39	126
9	48	20	34	80
10	69	21	38	179
11	49	25	32	164
12	65	24	32	157
13	63	21	34	181
14	64	24	40	94
15	41	21	34	124

Вопросы

1. Дайте определение понятию «температура».
2. Перечислите основные виды температурных шкал. Соотношение между шкалами.

3. Приведите классификацию средств измерения температуры.
4. Какие методы измерения температуры называют контактными?
5. В чем состоит принцип действия жидкостных термометров?
6. Какие жидкости используются в стеклянных жидкостных термометрах?
7. Как устроен палочный жидкостный термометр?
8. Каким образом определяется поправка на высоту выступающего столба ртути?
9. На использовании какого свойства твердых тел основаны dilatометрические и биметаллические термометры?
10. Чем отличаются dilatометрические и биметаллические термометры?
11. Укажите основные конструктивные части манометрических термометров.
12. Укажите типы манометрических термометров.
13. Дайте определение понятию «термоэлектрический эффект».
14. Поясните принцип действия термопары.
15. Укажите способы для введения поправки на температуру свободных концов термопары.
16. Назовите основные термоэлектродные материалы и типы термопар.
17. Что такое градуировочная зависимость? Какой вид должна иметь градуировочная зависимость термопар?
18. Поясните конструкцию стандартной термопары.
19. Что такое дифференциальная термопара?
20. Укажите основные источники погрешности при измерении температуры с помощью термопар.
21. Поясните принцип действия термометра сопротивления.
22. Какие термометры сопротивления получили наибольшее распространение.
23. Для каких целей используется термобатарея?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 7

Жидкостные приборы давления с видимым уровнем. Приборы давления с упругими чувствительными элементами

Цель: Изучение приборов для измерения давления

Теоретическая часть

Давление p , Па, – это физический параметр, равный отношению перпендикулярного поверхности тела вектора силы F , Н, к площади данной поверхности S , м² и определяемый по формуле

$$P = F/S$$

Приборы для измерения давления подразделяются:

- 1) по принципу действия на жидкостные (U-образные, чашечные), деформационные (трубчатые, мембранные, сильфонные), электрические (резистивные, емкостные, пьезоэлектрические) и грузопоршневые;
- 2) по виду измеряемого давления на манометры; вакуумметры; барометры; мановакуумметры; дифманометры; микроманометры; тягомеры и напорометры;
- 3) по области применения на общепромышленные, или технические, лабораторные, образцовые, специальные и эталонные;
- 4) по способу отображения результатов измерения на показывающие, сигнализирующие и регистрирующие;
- 5) по выходному сигналу преобразователя давления на аналоговые (пневматические, взаимной индуктивности, электрические) и цифровые.

Вопросы и задания

Пример решения задачи. Требуется определить поправки грузопоршневого манометра МП-600 Δp_t и Δp_H . Исходные данные для расчета: температура окружающей среды $t = 25$ °С; номинальное давление создаваемое грузом $p_{ном} = 0,1$ МПа; разность уровней $H = 50$ см; месторасположение – г. Н. Новгород (местное ускорение свободного падения составляет $g_m = 9,82$ м/с²).

Поправка Δp_t составляет: $\Delta p_t = 8 \cdot 10^{-6} \cdot 0,1 \cdot (20 - 25) = -4 \cdot 10^{-4}$ МПа.

Определим поправку Δp_H :

$$\Delta p_H = 50 \times 9,82 \times 8,95 \times 10^{-6} = 4,4 \cdot 10^{-3} \text{ МПа.}$$

Задание 1. По исходным данным определите поправки грузопоршневого манометра МП-600 Δp_t и Δp_H .

Номер варианта	t , °С	g_m , м/с ²	H , см	$p_{ном}$, МПа
1	25	9,84	48	0,1
2	18	9,79	80	0,2
3	36	9,74	93	0,5
4	25	9,89	41	1,0
5	29	9,77	18	5,0
6	20	9,73	70	0,1
7	18	9,81	62	0,2
8	21 5	9,81	49	0,5
9	26	9,70	67	1,0
10	32	9,89	37	5,0
11	33	9,77	94	0,1
12	30	9,73	93	0,2
13	33	9,90	76	0,5
14	19	9,88	69	1,0
15	26	9,79	61	5,0

Задание 2. Определить давление в МПа, если столб жидкости в ртутном манометре поднялся на 1000 мм. Плотность измеряемой среды $\rho = 50$ кг/м³. Плотность ртути $\rho = 13550$ кг/м³.

Выразить давление $P = 6$ кгс/см² в бар.

Задание 3. Определить абсолютное давление газа, если измеренное давление $P_{изм}=13$ бар, а барометрическое – 740 мм рт. ст. Плотность ртути $\rho = 13550$ кг/м³.

Задание 4. Определить давление в МПа, если столб жидкости в водяном манометре поднялся на 700 мм. Плотность измеряемой среды $\rho = 30$ кг/м³.

Задание 5. Определить абсолютное давление газа, если вакуумметрическое давление $P_{вак} = -0,04$ МПа, а барометрическое – 760 мм рт. ст. Плотность ртути $\rho = 13550$ кг/м³.

Задание 6. Определить давление в МПа, если столб жидкости в водяном манометре поднялся на 1500 мм. Плотность измеряемой среды $\rho = 70$ кг/м³.

Вопросы

1. Перечислите основные единицы измерений давлений.
2. Какие виды давлений Вы знаете?
3. Физический смысл единицы измерения «паскаль» (1 Па).
4. Приведите классификацию манометров.
5. Что общего и в чем заключаются отличия между U-образными, чашечными и манометрами с наклонной трубкой?
6. Опишите принцип работы трубчатых, мембранных и сильфонных манометров. В чем заключается отличие конструкции чувствительных элементов данных манометров?
7. Принцип работы пьезоэлектрических манометров.
8. На каком принципе основана работа грузопоршневых манометров?
9. Опишите конструкцию грузопоршневого манометра. Для каких целей предусмотрена прессовая часть данных манометров?
10. Допустимо ли использовать дополнительные грузы, не входящие в комплект грузопоршневого манометра?
11. Какие поправки учитываются при проведении измерений с использованием грузопоршневых манометров?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 8

Измерение расхода количества жидкостей по перепаду давления в диафрагмах

Цель: Освоение методики расчета расхода количества жидкостей по перепаду давления в диафрагмах

Теоретическая часть

Для получения сравнимых результатов измерений объемный расход газа или пара приводят к стандартным условиям.

Приборы, измеряющие расход вещества, называют *расходомерами*. Приборы, измеряющие количество вещества, протекающее через данное сечение трубопровода за некоторый промежуток времени, называют *счетчиками количества*. При этом количество вещества определяется как разность двух последовательных показаний счетчика в начале и конце этого промежутка времени. Показания счетчика выражаются в единицах объема, реже — в единицах массы. Прибор, одновременно измеряющий расход и количество вещества, называют расходомером со счетчиком. Расходомер измеряет текущее значение расхода, а счетчик выполняет интегрирование текущих значений расхода.

В последнее время граница между счетчиками и расходомерами практически исчезает. Расходомеры оснащают средствами для определения количества жидкости или газа, а счетчики — средствами для определения расхода, что позволяет объединить счетчики и расходомеры в одну группу приборов — расходомеры.

Устройство (диафрагма, сопло, напорная трубка), непосредственно воспринимающее измеряемый расход и преобразующее его в другую величину, удобную для измерения (например, в перепад давления), называют *преобразователем расхода*.

Принцип действия расходомеров этой группы основан на зависимости перепада давления, создаваемого неподвижным устройством, устанавливаемым в трубопроводе, от расхода вещества.

При измерении расхода методом переменного перепада давления в трубопроводе, по которому протекает среда, устанавливают *сужающее устройство* (СУ), создающее местное сужение потока.

Сужающее устройство (СУ) выполняет роль первичного преобразователя. Сужение сечения приводит к увеличению скорости потока, а, следовательно, к увеличению кинетической энергии, т. е. создается перепад давления $\Delta P = P_1 - P_2$, зависящий от скорости потока и, следовательно, расхода жидкости.

Характер потока и распределение статического давления показан на рисунке 1: а) — для диафрагмы; б) — для сопла; в) — для сопла Вентури,

где P_n — потеря давления на трение и вихреобразование, $P_n(a) > P_n(b) > P_n(v)$;

F_0 — площадь сечения отверстия сужающего устройства;

F_1 — площадь сечения трубы;

F_2 — площадь минимального сечения струи (в сечении Б – Б);

P^1_1, P^1_2 — абсолютные давления в сечениях А – А и Б – Б;

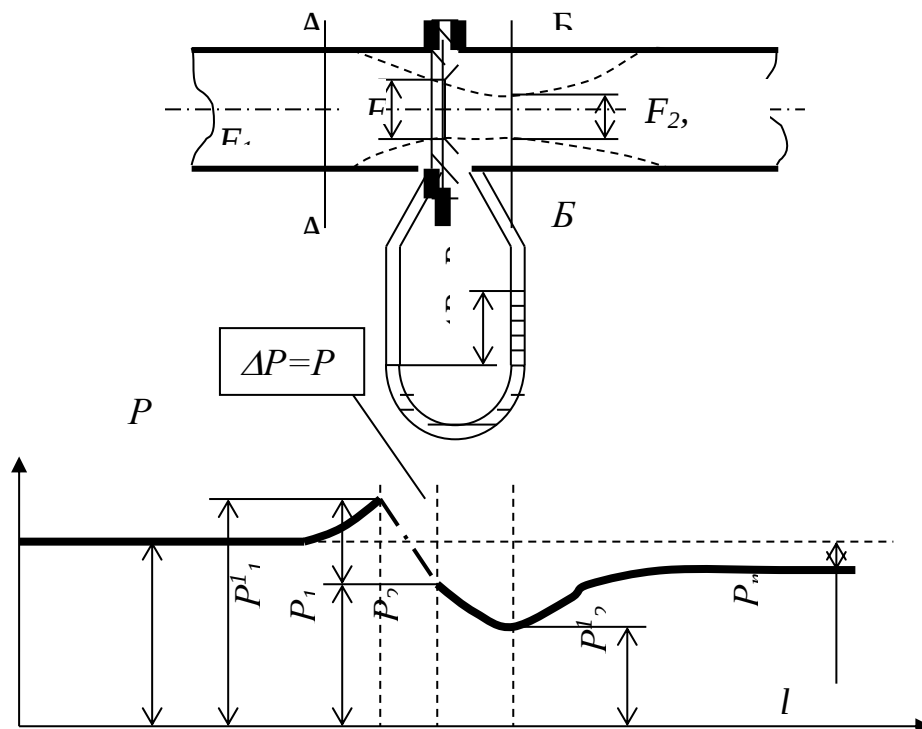


Рисунок 1 а

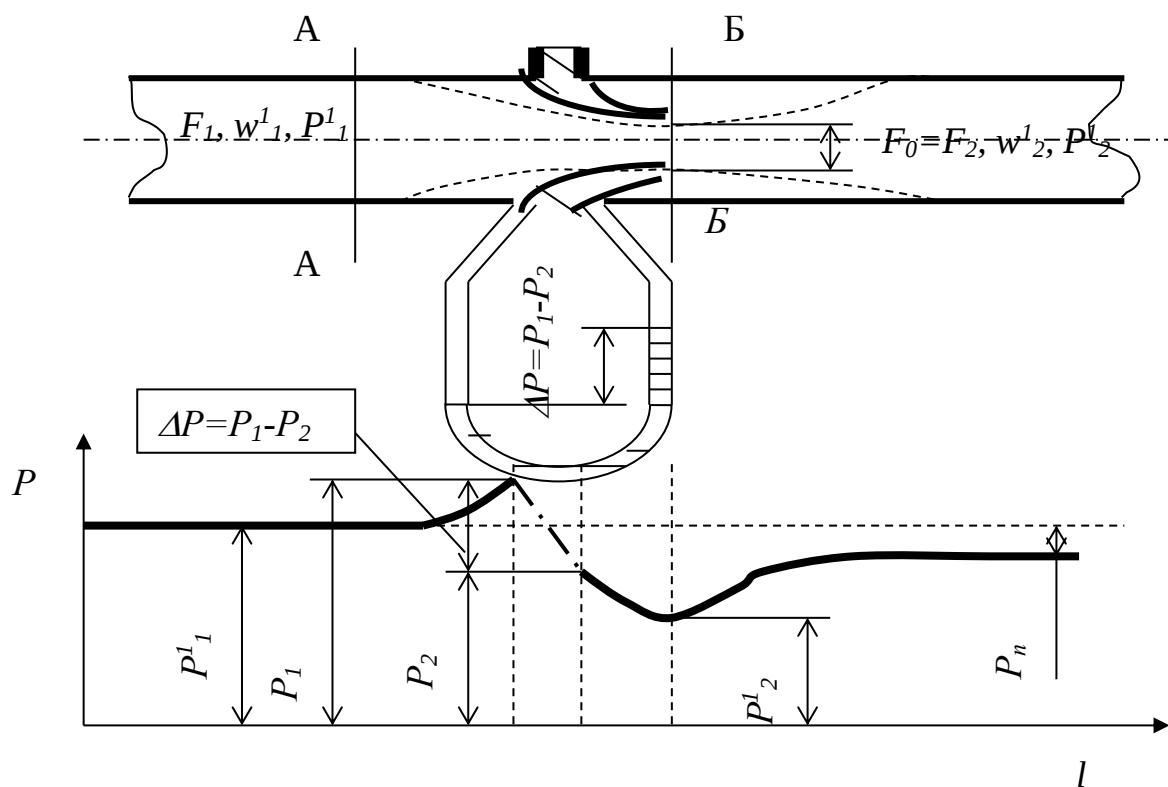


Рисунок 1 б

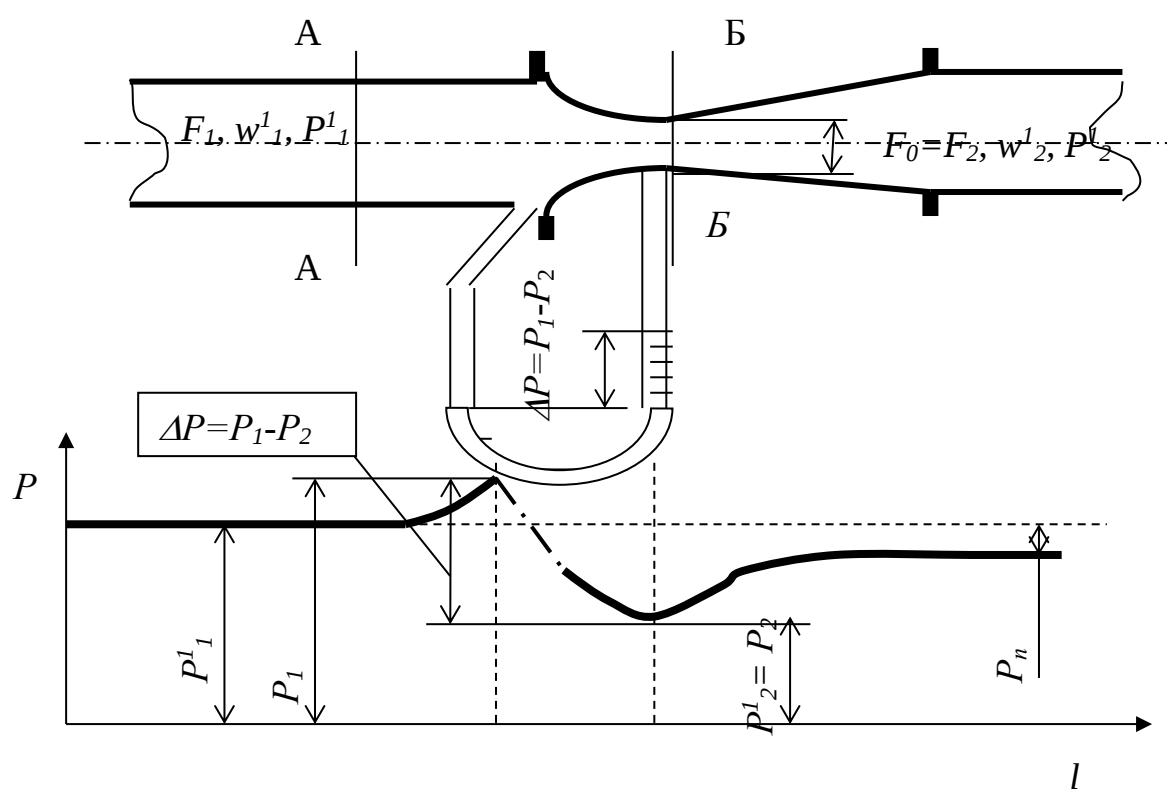


Рисунок 1 в

w_1^1, w_2^1 – средние скорости потока в сечениях А – А и Б – Б;
 P_1, P_2 – абсолютное давление, измеряемое дифманометром.
 Исходя из уравнения сохранения энергии:

$$\int_{w_2}^{w_1} w dw = - \int_{P_2}^{P_1} \frac{dp}{\rho},$$

$$w_1 \quad p_1^1$$

при $\rho = \rho_1 = \rho_2 = \text{const}$

$$P_1^1 - P_2^1 = \rho/2((W_2^1)^2 - (W_1^1)^2)$$

Из уравнения сплошности получаем уравнение массового расхода:

$$q_m = \alpha K_u K_n \varepsilon \left(\frac{\pi d^2}{4} \right) (2 \rho \Delta p)^{\frac{1}{2}},$$

где $\alpha = EC$;

E – коэффициент скорости входа, $E = 1/(1 - \beta^4)^{1/2}$;

C – коэффициент истечения, $C = C_{\sim} K_{Re}$;

K_u, K_n – поправочные коэффициенты, учитывающие шероховатость измерительного трубопровода и притупление входной кромки отверстия диафрагмы;

ε – коэффициент расширения для сжимаемых сред;

d – диаметр отверстия или горловины СУ при рабочей температуре среды;

$\Delta p = p_1 - p_2$ – перепад давления на СУ;

p_1 и p_2 – давление среды до и после СУ;

$\beta = d_{20}/D_{20}$ – относительный диаметр отверстия СУ;

$K_{Re} = 1 + \left(\frac{a}{b} - 1 \right) / \left(1 + \frac{Re_{\sim}^n}{b C_{Re} \cdot 10^{6n}} \right)$ – поправочный коэффициент на число Рейнольдса;

a и b – постоянные коэффициенты, зависящие от типа СУ;

C_{Re}, B, n – параметры, зависящие от типа СУ, $C_{Re} = \frac{B}{C_{\sim}}$;

d_{20}, D_{20} – диаметр отверстия или горловины СУ и внутренний диаметр измерительного участка трубопровода при температуре 20°C.

Вопросы и задания

Задание 1. Выполнить расчет диафрагмы для измерения расхода воды - внутренний диаметр трубопровода $D_{20} = 70$ мм:

1. Параметры измеряемой среды: температура $t = 95^\circ\text{C}$; максимальный расход $Q_{\text{max}} = 20$ т/ч.
2. Показание корневого планиметра после обработки перепада давления на диафрагме, $N_k = 4$.
3. Показание пропорционального планиметра после обработки записи: избыточного давления среды $N_{\text{пр}} = 92\%$; температуры $N_{\text{пт}} = 98\%$.
4. Верхний предел показания: корневого планиметра – 5; пропорционального планиметра 100%.

Вопросы

1. Типы СУ
2. Уравнение сплошности
3. Относительный диаметр отверстия СУ

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 9

Измерение расхода количества жидкостей по перепаду давления в соплах ИСО

Цель: Освоение методики расчета расхода количества жидкости по перепаду давления в соплах ИСА

Теоретическая часть

Сопло ИСА (далее — сопло) — СУ с круглым отверстием, имеющее на входе плавно сужающийся участок с профилем, образованным двумя сопрягающимися дугами, переходящий в цилиндрический участок на выходе, называемый горловиной.

Сопло конструктивно изготавливается в виде насадки с круглым концентрическим отверстием, имеющим плавно сужающуюся часть на входе и развитую часть на выходе. Профиль сопла обеспечивает практически полное сжатие потока вещества и поэтому площадь цилиндрического отверстия сопла может быть принята равной минимальному сечению потока, т. е. $A_0 = A_2$. Характер распределения статического давления P в сопле по длине трубопровода l такой же, как и у диафрагмы. Такой же и отбор давлений P_1 и P_2 до и после сопла, как и у диафрагмы.

Вопросы и задания

Задание 1. Выполнить расчет сопла ИСА для измерения расхода воды - внутренний диаметр трубопровода $D_{20} = 70$ мм:

1. Параметры измеряемой среды: температура $t = 95^\circ\text{C}$; максимальный расход $Q_{\max} = 20$ т/ч.
2. Показание корневого планиметра после обработки перепада давления на диафрагме, $N_k = 4$.
3. Показание пропорционального планиметра после обработки записи: избыточного давления среды $N_{\text{пр}} = 92\%$; температуры $N_{\text{пт}} = 98\%$.
4. Верхний предел показания: корневого планиметра – 5; пропорционального планиметра 100%.

Вопросы

1. Методика обработки показания корневого планиметра
2. Методика обработки показания пропорционального планиметра

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 10

Измерение расхода количества жидкостей, газа и пара по перепаду давления в соплах Вентури

Цель: Освоение методики измерения расхода количества жидкостей, газа и пара по перепаду давления в соплах Вентури

Теоретическая часть

Расходомерная труба Вентури - СУ с круглым отверстием, имеющее на входе конический сужающийся участок, переходящий в цилиндрический участок, соединенный на выходе с расширяющейся конической частью, называемой диффузором.

Сопло Вентури конструктивно состоит из цилиндрического входного участка; плавно сужающейся части, переходящей в короткий цилиндрический участок; из расширяющейся конической части — диффузора. Сопло Вентури благодаря диффузору обладает меньшей потерей давления, чем диафрагма и сопло. Характер распределения статического давления P в сопле Вентури по длине трубопровода l такой же, как и у диафрагмы и сопла. Отбор давлений P_1 и P_2 осуществляется с помощью двух кольцевых камер, каждая из которых соединяется с внутренней полостью сопла Вентури группой равномерно расположенных по окружности отверстий.

Вопросы и задания

Задание 1. Выполнить расчет сопла Вентури для измерения расхода воды - внутренний диаметр трубопровода $D_{20} = 70$ мм:

1. Параметры измеряемой среды: температура $t = 95^\circ\text{C}$; максимальный расход $Q_{\max} = 20$ т/ч.
2. Показание корневого планиметра после обработки перепада давления на диафрагме, $N_k = 4$.
3. Показание пропорционального планиметра после обработки записи: избыточного давления среды $N_{\text{пр}} = 92\%$; температуры $N_{\text{пт}} = 98\%$.
4. Верхний предел показания: корневого планиметра — 5; пропорционального планиметра 100%.

Вопросы

1. Потеря давления в соплах Вентури
2. Отбор давлений в соплах Вентури

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 11

Измерение расхода количества газа и пара по перепаду давления в диафрагмах

Цель: Освоение методики расчета расхода количества газа и пара по перепаду давления в диафрагмах

Теоретическая часть

Максимальный перепад давления на диафрагме определяют по формуле

$$\Delta\omega = \frac{1 - \alpha \beta^2}{1 + \alpha \beta^2} \Delta\rho \quad \text{или} \quad \Delta\omega = (1 - \beta^{1,9}) \Delta\rho$$

принимая значения $0,2 \leq \beta \leq 0,75$.

При этом должны выполняться условия:

– для диафрагм:

$$d \geq 12,5 \text{ мм}; \quad 1260 \beta^2 D \leq Re \leq 10^8.$$

Кроме того, значения β следует принимать минимально возможными, т.к. при этом снижается погрешность измерения. Если указанные условия не выполняются, допускается изменить D_{20} на измерительном участке.

2. Расчётный перепад давления на СУ принимают исходя из ближайшего стандартного значения перепада давления на дифманометрах из ряда:

а) 10; 16; 25; 40; 63; 100; 160; 250; 400; 630; 1000; 1600; 2500; 4000; 6300; 10000; 16000; 25000 Па;

б) 0,04; 0,063; 0,1; 0,16; 0,25; 0,4; 0,63; 1,0; 1,6 МПа.

При этом для сжимаемых сред $\frac{\Delta p}{p} \leq 0,25$.

Вопросы и задания

Задание 1. Выполнить расчет диафрагмы для измерения расхода пара - внутренний диаметр трубопровода $D_{20} = 104$ мм:

1. Параметры измеряемой среды: температура $t = 370^\circ\text{C}$; максимальный расход $Q_{\max} = 16$ т/ч.
2. Показание корневого планиметра после обработки перепада давления на диафрагме, $N_k = 4$.
3. Показание пропорционального планиметра после обработки записи: избыточного давления среды $N_{\text{пр}} = 92\%$; температуры $N_{\text{пт}} = 98\%$.
4. Верхний предел показания: корневого планиметра – 5; пропорционального планиметра 100%.

Вопросы

1. Диаметр отверстия или горловины СУ при рабочей температуре среды
2. Поправочные коэффициенты, учитывающие шероховатость измерительного трубопровода и притупление входной кромки отверстия диафрагмы

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 12

Измерение расхода количества газа и пара по перепаду давления в соплах Вентури

Цель: Освоение методики расчета расхода количества газа и пара по перепаду давления в соплах Вентури

Теоретическая часть

Максимальный перепад давления для труб Вентури $0,3 \leq \beta \leq 0,7$.

Кроме того, значения β следует принимать минимально возможными, т.к. при этом снижается погрешность измерения. Если указанные условия не выполняются, допускается изменить D_{20} на измерительном участке.

2. Расчётный перепад давления на СУ принимают исходя из ближайшего стандартного значения перепада давления на дифманометрах из ряда:

а) 10; 16; 25; 40; 63; 100; 160; 250; 400; 630; 1000; 1600; 2500; 4000; 6300; 10000; 16000; 25000 Па;

б) 0,04; 0,063; 0,1; 0,16; 0,25; 0,4; 0,63; 1,0; 1,6 МПа.

При этом для сжимаемых сред $\frac{\Delta p}{p} \leq 0,25$.

Вопросы и задания

Задание 1. Выполнить расчет сопла Вентури для измерения расхода пара - внутренний диаметр трубопровода $D_{20} = 104$ мм:

1. Параметры измеряемой среды: температура $t = 370^\circ\text{C}$; максимальный расход $Q_{\max} = 16$ т/ч.

2. Показание корневого планиметра после обработки перепада давления на диафрагме, $N_k = 4$.

3. Показание пропорционального планиметра после обработки записи: избыточного давления среды $N_{\text{пр}} = 92\%$; температуры $N_{\text{пт}} = 98\%$.

4. Верхний предел показания: корневого планиметра – 5; пропорционального планиметра 100%.

Вопросы

1. Разделительные сосуды, их назначение
2. Схемы подключения СУ к дифманометру

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 13

Измерение количества и расхода тепла

Цель: Расчет погрешности при измерении количества и расхода тепла

Теоретическая часть

Для измерения расхода тепла необходимо знать расход теплоносителя (Q_m) и его температуры t_1 и t_2 , т. е.:

$$q = Q_m C (t_1 - t_2) = Q_m (i_1 - i_2),$$

где t_1 и t_2 – температура подаваемого и возвращаемого теплоносителя;

i_1 и i_2 – энтальпии теплоносителя;

C – удельная массовая теплоёмкость теплоносителя.

Количество тепла в джоулях определяемое тепломером за время τ :

$$q_t = \int_{\tau_1}^{\tau_2} q d\tau.$$

Наиболее часто теплосчетчики включают в себя электромагнитные расходомеры, комплект термопреобразователей сопротивления и термовычислителя.

Так как при использовании теплосчетчиков измерения количества теплоты производится косвенным методом, погрешность измерения будет зависеть от погрешностей температуры и расхода, а также от погрешности термовычислителя.

Схема тепломера дана на рисунке 1.

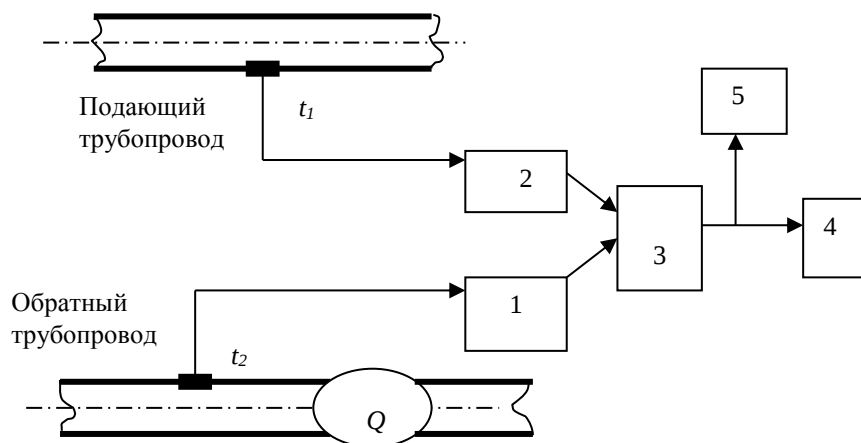


Рисунок 1:

1 – измерительный блок расхода; 2 – измерительный преобразователь; 3 – множитель; 4, 5 – вторичные приборы (4 – показывающий, 5 – интегрирующий)

Наименьшей погрешностью обладают теплосчетчики, устанавливаемые на закрытых системах присоединения потребителей к системе теплоснабжения, пределы их относительной погрешности для различных классов, в соответствии с ГОСТ 51649-2000. Теплосчетчики для водяных систем теплоснабжения, приведены в таблице:

Класс теплосчетчика	Предел относительной погрешности, %
А	$\delta = \pm(2 + 4 \frac{\Delta t_n}{\Delta t} + 0,01 \frac{G_B}{G})$
В	$\delta = \pm(3 + 4 \frac{\Delta t_n}{\Delta t} + 0,02 \frac{G_B}{G})$
С	$\delta = \pm(4 + 4 \frac{\Delta t_n}{\Delta t} + 0,05 \frac{G_B}{G})$

где Δt_n - наименьшее измеряемое значение разности температур,

G_B - наибольшее изменение значения расхода теплоносителя,

Δt - измеряемое значение разности температур теплоносителя в подаваемом и возвращаемом трубопроводах;

G – измеряемое значение расхода теплоносителя.

Вопросы и задания

Задание 1. Определить диапазон действительного значения температуры, измеряемой теплосчетчиком, установленным на вводе независимой закрытой системы теплоснабжения потребителя. Минимальное измеряемое значение разности температур равно Δt_n ($^{\circ}\text{C}$), верхний предел измерения расходомера составляет G_v ($\text{м}^3/\text{ч}$). Параметры теплоносителя: расход G ($\text{м}^3/\text{ч}$), температура в подаваемом трубопроводе t_1 ($^{\circ}\text{C}$), в возвращаемом t_2 ($^{\circ}\text{C}$), давление теплоносителя в падающем трубопроводе - 6 кгс/см², в обратном - 4 кгс/см².

Варианты индивидуальных заданий

№ варианта	G , $\text{м}^3/\text{ч}$	G_v , $\text{м}^3/\text{ч}$	Δt_n , $^{\circ}\text{C}$	t_1 , $^{\circ}\text{C}$	t_2 , $^{\circ}\text{C}$
1	4,5	6	2,0	70	125
2	8,2	12	2,5	63	94
3	7,9	8	1,5	62	81
4	2,3	10	1,0	57	85
5	2,4	4	3,0	58	84
6	12,5	16	1,7	59	75
7	1,8	4	2,0	62	76
8	8,1	10	2,5	63	78
9	8,2	12	3,0	64	79
10	2,1	4	3,2	65	125
11	3,9	12	1,4	69	132
12	2,1	6	1,5	70	140
13	1,8	4	1,8	62	87
14	1,5	5	2,2	64	88
15	3,4	6	2,0	67	89

Вопросы

1. Какие параметры теплоносителя необходимы для измерения количества тепла для закрытой системы теплоснабжения с элеваторным присоединением?
2. Какие параметры теплоносителя необходимы для измерения количества тепла для закрытой системы теплоснабжения с независимым присоединением?
3. Какие параметры теплоносителя необходимы для измерения количества тепла для открытой системы теплоснабжения?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 14

Методы и средства измерений состава газов

Цель: Изучение методов и средств измерений состава газов

Теоретическая часть

Средства измерений, применяемые для измерения и анализа состава газов, называются газоанализаторами. Они предназначены для измерения концентрации компонентов смеси газа на основе того или иного физико-химического свойства компонента, отличающегося от свойств остальных газов, причем, чем сильнее это свойство газа отличается от аналогичного свойства других газов в смеси, тем выше чувствительность газоанализатора.

Средства измерения, предназначенные для количественного определения состава газа, называются газоанализаторами и газовыми хроматографами. Эти технические средства в зависимости от их назначения подразделяются на переносные и стационарные.

Переносные газоанализаторы и хроматографы применяются для количественного определения состава газа при выполнении исследовательских работ в лабораторных условиях, а также при специальных обследованиях, испытаниях и наладке различных промышленных теплотехнических установок.

Стационарные газоанализаторы используются для непрерывного автоматического контроля содержания одного определяемого компонента в газовой смеси. Стационарные газоанализаторы применяются для контроля процесса горения в топочных устройствах парогенераторов, печей и других агрегатов, для анализа технологических газовых смесей и т.д.

Для оценки концентрации компонента газа в тепловых газоанализаторах измеряются тепловые свойства компонента газа.

Теплоотвод от нити длиной l и диаметром d к стенкам камеры диаметром D осуществляется теплопроводностью в соответствии с выражением

$$Q = \frac{2\pi * l * \lambda (t_n - t_c)}{\ln(\frac{D}{d})},$$

где t_n – температура платиновой нити;

t_c – температура стенки камеры;

λ – теплопроводность смеси при температуре, равной $(t_n + t_c)/2$

Теплопроводность смеси газов определяется суммой

$$\lambda = \lambda_0 * C_0 + \lambda_n * C_n,$$

где C_0 – измеряемая концентрация компонента смеси газа;

λ_0 – теплопроводность измеряемого компонента смеси газа;

C_n – концентрация неопределяемых компонентов газа;

λ_n – теплопроводность неопределяемых компонентов смеси газа.

Так как, $C + C_n = 1$, концентрация измеряемого компонента находится из соотношения

$$C_0 = \frac{\lambda - \lambda_n}{\lambda_0 - \lambda_n}$$

Вопросы и задания

Задание 1. Определить концентрации компонентов в бинарной смеси газов, если теплоотвод от нити диаметром d (мм) и длиной l (мм) с температурой t_n ($^{\circ}\text{C}$) составил Q (Вт).

Варианты индивидуальных заданий							
№ варианта	Состав газов	Q , Вт	l , мм	D , мм	d , мм	t_c , $^{\circ}\text{C}$	t_n , $^{\circ}\text{C}$
1	Азот-кислород	1,2	20	5,2	0,02	75	130
2	Азот-воздух	1,3	19	5,3	0,01	7	140
3	Азот-диоксид углерода	0,5	18	5,4	0,03	42	150
4	Метан-азот	1,1	20	5,8	0,02	78	145
5	Воздух-диоксид	0,2	21	6,0	0,01	80	143

	углерода						
6	Гелий-воздух	6,7	22	4,8	0,02	85	144
7	Оксид углерода-воздух	6,8	23	4,9	0,03	82	148
8	Водород-воздух	0,3	24	4,3	0,01	84	152
9	Кислород-воздух	0,2	25	5,0	0,02	83	154
10	Воздух-пары воды	0,7	26	4,8	0,03	170	250
11	Воздух-оксид углерода	0,2	27	4,3	0,05	85	126
12	Воздух-метан	5,3	28	4,5	0,05	80	128
13	Аргон-гелий	5,0	29	4,6	0,05	81	132
14	Кислород-диоксид серы	1,0	30	5,0	0,06	19	134
15	Кислород-аргон	0,2	21	5,2	0,04	18	140

Вопросы

1. Что такое газоанализатор? Приведите классификацию газоанализаторов в зависимости от физико-химических свойств, положенных в основу принципов их работы.
2. Опишите принцип работы и конструкцию объемных химических газоанализаторов. Перечислите их основные преимущества и недостатки.
3. На чем основан принцип работы термокондуктометрических газоанализаторов?
4. С какой целью проводят остекление платиновой спирали их чувствительного элемента?
5. Принцип работы магнитных газоанализаторов.
6. Опишите принцип работы и конструкцию оптико-акустического приемника оптического газоанализатора.
7. Перечислите, на какие типы подразделяются электрические газоанализаторы по принципу их работы.
8. Опишите конструкцию хроматографических газоанализаторов.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 15

Методы и технические средства контроля качества воды и пара и измерения концентрации раствора

Цель: Изучение методов и технических средств контроля качества воды и пара и измерения концентрации раствора

Теоретическая часть

На работу ТЭС существенно влияет качество воды (питательной, добавочной, конденсата) и пара. Ухудшение качества воды и пара зависит от солесодержания, наличия в воде кислорода, соединений натрия, жесткости воды, кислотных и щелочных свойств воды. Низкое качество питательной воды приводит к накипеобразованию, коррозии, выпадению шлама. Пар, производимый в котле, не смотря на наличие сепарационных устройств, всегда содержит влагу. Влажность ухудшает качество пара, так как с водой уносятся примеси, которые вызывают отложения в паровом тракте и пережог труб пароперегревателя, заедание регулирующих клапанов, понижение мощности и экономичности турбин из-за отложений на лопатках.

Допускаемое количество примесей в воде и паре зависит от типа КА, давления пара в нем и прописано в Правилах технической эксплуатации электростанций и сетей.

Для постоянного контроля качества пара и воды на ТЭС применяют следующие измерительные преобразователи:

- кондуктометры (солемеры);
- кислородомеры;
- определители натрия;
- водородомеры;
- кремнемеры;
- жесткомеры;
- рН-метры.

Первичные преобразователи этих приборов имеют унифицированный выходной сигнал постоянного тока 0-5мА и работают в комплекте с вторичными приборами – миллиамперметрами, снабженными сигнализирующими устройствами.

Для отбора проб воды и пара используют пробоотборные зонды. Применяют однососковые и прямые зонды. Их устанавливают в прямые участки трубы с помощью сварки.

Концентрацией раствора называют содержание вещества в единице объема воды, выраженное в процентах или в единицах массы (мг/л). В производственных условиях для непрерывного контроля концентрации растворов применяют специальные приборы, которые в зависимости от назначения и группы измеряемых веществ делятся на *солемеры* (определяют концентрацию растворов солей) и *концентратомеры* (определяют концентрацию растворов кислот и щелочей).

Вопросы и задания

Задание 1. Концентрация соли в растворе равна 8 %. Определить концентрацию раствора в г/кг.

Задание 2. Определить нормальность раствора поваренной соли, если ее концентрация 11,8 г/л.

Задание 3. Определить эквивалентную массу иона $(\text{SO}_4)^{2-}$.

Вопросы

1. Назовите принципы измерения концентрации растворов.
2. Что такое рН – метр?
3. Назовите принципы измерения состава и влажности газа.
4. Чем измеряют содержание диоксида углерода?
5. Чем измеряют содержание кислорода?
6. Что измеряет хроматограф?
7. Что измеряет психрометр?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 16

Контроль качества монтажных и ремонтных работ теплогазопроводов

Цель: Изучить методы контроля качества монтажных и ремонтных работ теплогазопроводов

Теоретическая часть

При производстве ремонтных и монтажных работ на трубопроводах и сосудах, работающих под давлением, необходим практически сплошной контроль всех элементов, а не отдельной выборки.

Виды контроля:

1. Входной контроль.
2. Пооперационный (ведение ремонтного или монтажного формуляра, маркировка и т. п.).
3. Приёмка изделия.

В формуляр заносят, схему монтажа (или чертеж), материалы применяемые для монтажа, подготовку к монтажу, температурный режим, термообработку, исполнителя работ.

Соединения:

- разъёмные (фланцы, ниппели, сальники и т. п.);
- неразъёмные (сварка, вальцовка).

Методы контроля (до выполнения работ и после):

- разрушающие;
- неразрушающие.

Разрушающие методы контроля предполагают вырезку контрольных образцов из элементов монтажа с целью определения следующих характеристик:

- прочности основного и наплавленного металла на разрыв, загиб и сплющивание (механические характеристики);
- кристаллической структуры материала (кристаллография);
- химического состава материала.

Неразрушающие методы контроля:

- осмотр и измерения;
- рентгенография;
- рентгеноскопия;
- ультразвуковая дефектоскопия;
- полярография;
- гидро-пневмоиспытания.

В зависимости от ответственности объекта устанавливается объем контроля.

Осмотром оценивается общее качество монтажных работ, а измерения производятся как универсальным инструментом, так и при помощи шаблонов.

Виды дефектов:

- неподготовленные кромки под сварку;
- смещение кромок;
- наплывы и подрезы при сварке, не провары и трещины;
- несоответствие размеров шва требуемым;
- излом или не перпендикулярность кромок.

Перед внешним осмотром место должно быть зачищено не менее, чем на 20 мм в обе стороны.

Гидро- и пневмоиспытания позволяют осуществить контроль всех элементов. Испытания производятся: на плотность (герметичность) соединений и материала, на прочность всех элементов пробным давлением:

$$P_{np} = KP_p,$$

где K – коэффициент, устанавливаемый требованиями Госгортехнадзора в зависимости от параметров объекта.

Плотность определяется визуально по протечкам «потению» металла, появлению окрашенных веществ или по падению давления манометра (рабочего и контрольного).

Прочность определяется отсутствием видимых разрушений и деформаций элементов, находящихся под давлением.

При выполнении указанных видов контроля необходимо строго выполнять правила ТБ.

Вопросы и задания

Составить формуляр для производства ремонтных или монтажных работ на трубопроводах и сосудах, работающих под давлением.

Вопросы

1. Методы неразрушающего контроля монтажных и ремонтных работ.
2. Виды дефектов сварных швов
3. Разрушающие методы контроля
4. Дать определение ультразвуковой дефектоскопии.
5. В чем принцип метода контроля рентгенографией
6. В чем принцип метода контроля рентгеноскопией
7. В чем принцип метода контроля полярографией
8. В чем принцип метода контроля гидро-пневмоиспытанием

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 17

Основы взаимозаменяемости. Расчет допусков и посадок

Цель: Изучить основы взаимозаменяемости, методику расчета допусков и посадок

Теоретическая часть

Взаимозаменяемостью называется свойство одних и тех же деталей, узлов или агрегатов машин и т. д., позволяющее устанавливать детали (узлы, агрегаты) в процессе сборки или заменять их без предварительной подгонки при сохранении всех требований, предъявляемых к работе узла, агрегата и конструкции в целом.

Различают виды взаимозаменяемости:

1. Полная взаимозаменяемость – когда обеспечивается возможность беспригоночной сборки (или замены при ремонте) любых, независимо изготовленных с заданной точностью однотипных деталей.
2. Неполная взаимозаменяемость – когда требуется либо применение компенсаторов (прокладки, шайбы), либо требуется дополнительная обработка одного из параметров детали, либо селекция.
3. Размерная (геометрическая) и параметрическая взаимозаменяемости деталей.
4. Внешняя и внутренняя взаимозаменяемость (внешняя – взаимозаменяемость по выходным данным, таким как присоединительные или эксплуатационные параметры; внутренняя – взаимозаменяемость отдельных деталей, входящих в узел или узлов, входящих в изделие).

Оценивается уровень взаимозаменяемости коэффициентом взаимозаменяемости:

$$K_6 = T_{\partial}/T_{из},$$

где T_{∂} , $T_{из}$ – трудоёмкость изготовления взаимозаменяемых деталей и изделий в целом.

Размер – это числовое значение величины (диаметры, длины, глубины и т. д.), в выбранных единицах измерения.

Номинальный размер (D , d , L , ...) – это размер относительно которого определяются отклонения и который указывается на чертеже. Номинальный размер соединения – общий для соединяемых деталей основной размер, то есть общий для отверстия и вала номинальный размер ($D = d$).

Действительный размер – это размер, установленный измерением (с допустимой погрешностью).

Предельные размеры ($D_{\max}$ и $D_{\min}$, $d_{\max}$ и $d_{\min}$) – два предельно допустимых размера элемента, между которыми должен находиться, или которым может быть равен действительный размер.

Разрабатываемые приборы, узлы, детали характеризуются определёнными геометрическими и функциональными параметрами, выполненными с определённой степенью приближения к расчётным, то есть с тем или иным допуском (T).

Допуск размера T , есть разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами. T определяет величину возможного изменения (допустимого рассеяния) действительных размеров годных деталей, то есть заданную точность обработки. Допуски внутренних и наружных размеров называются соответственно допуском отверстия

$$T_D = D_{\max} - D_{\min} \text{ и допуском вала } T_d = d_{\max} - d_{\min}.$$

Вопросы и задания

Задание 1. Определить допуск, мкм, вала номинального размера 30 мм, предельные размеры которого 29.98 и 29.99 мм.

Задание 2. Отверстие номинального размера 12 мм имеет предельные размеры 12.005 и 12.02 мм. Чему равен допуск отверстия?

Задание 3. Определить наименьший предельный размер вала, если известен его номинальный размер 90 мм, наибольший предельный размер 90.02 мм и допуск 35 мкм.

Задание 4. Известны номинальный диаметр отверстия 10 мм, допуск отверстия 22 мкм и наименьший предельный размер отверстия 10.04 мм. Определить наибольший предельный размер отверстия.

Задание 5. Отверстие номинального диаметра 6 мм имеет верхнее отклонение +0.01 мм и средний диаметр $D_m=6.001$. Чему равен допуск отверстия, мкм?

Вопросы

1. Понятие и виды взаимозаменяемости.
2. В чём разница между номинальным и действительным размерами?
3. Какие размеры называют предельными?
4. Как связаны между собой предельные размер, номинальный размер и предельные отклонения?
5. Как связаны между собой предельные размеры, отклонения и допуск?
6. Какие элементы деталей имеют обобщённое название «отверстие»?
7. Какие элементы деталей имеют обобщённое название «вал»?
8. В чём различие между понятиями «допуск» и «поле допуска»?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 18

Сертификация промышленной продукции

Цель: Ознакомление с правилами и порядком организации, проведения и оформления документов по процедуре сертификации продукции.

Теоретическая часть

Чтобы сертификация промышленной продукции считалась проведенной по процедуре предусмотренной техническими регламентами таможенного союза, заказчик должен провести следующие этапы:

- Подготовка технической документации, по которой планируется сертификация промышленной продукции. В технической документации должны быть отражены все требования по безопасности, маркировке, комплектации и процессу контроля качества внедренной на производстве, включая документы ОТК которые предоставляются эксперту по сертификации при обследовании производства
- Составление и согласование акта анализа состояния производства, отбора образцов, заключений эксперта для сертификации промышленной продукции
- Испытания отобранных образцов и составление протокола испытаний, на основании указанного протокола проводится сертификация промышленной продукции (регистрация сертификата)

После того как проведена сертификация промышленной продукции на срок более 1 года заказчик дополнительно заключает договор на проведение инспекционного контроля или контролей в зависимости от срока действия сертификата.

В процессе сертификации промышленной продукции и проведения инспекционных контролей заказчик может устранять замечания со стороны органа по сертификации для приведения продукции в соответствие с требованиями ТР ТС.

Заказчик может при невыполнении требований инспекционных контролей столкнуться с тем что проведенная ранее сертификация промышленной продукции (сертификат или декларация) могут быть приостановлены до устранения нарушений выявленных входе инспекционного контроля или по обращениям потребителей в случае если выяснится несоответствие продукции требованиям ТР ТС.

В случае отказа от инспекционного контроля или не устранения замечаний орган по сертификации, в котором была проведена сертификация промышленной продукции вправе отменить сертификат соответствия.

Вопросы и задания

Задание 1. Изучить документы: «Номенклатура продукции, в отношении которой законодательными органами РФ предусмотрена обязательная сертификация», «Номенклатура продукции, подлежащей декларированию соответствия». Заполнить таблицу.

Таблица 1 - Анализ основных документов по процедуре сертификации

п/п	Наименование процедуры сертификации	Кто выполняет	Какой документ оформляется
1	Представление заявки в орган по сертификации		
2	Рассмотрение представленных заявителем документов и проведение первичной идентификации изделий		
3	Принятие решения по заявке, в том числе и		
4	Заключение договора на проведение работ		
5	Выбор схемы сертификации		
6	Формирование групп однородной продукции для выбора типового представителя		
7	Выбор аккредитованной испытательной лаборатории		
8	Отбор образцов от однородных групп и их идентификация		
9	Проведение испытаний		
10	Анализ полученных результатов испытаний и проверок и принятие решения о возможности выдачи или отказе в выдаче сертификата соответствия		
11	Оформление и выдача сертификата		

Вопросы

1. Виды сертификации промышленной продукции
2. Порядок проведения сертификации продукции
3. Обязательная и добровольная сертификация промышленной продукции
4. Органы сертификации
5. Правила сертификации промышленной продукции

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**по организации и проведению самостоятельной
работы по дисциплине «Теплотехнические измерения»**

направление подготовки 08.03.01 «Строительство»

направленность (профиль) «Теплогазоснабжение и вентиляция»

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, реализуемых на кафедре теплогазоснабжения и экспертизы недвижимости по направлению подготовки 08.03.01 Строительство, направленность (профиль) Теплогазоснабжение и вентиляция.

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, выполнении 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 СРМ должна совпадать с целью обучения студента – подготовкой бакалавра. При организации СРМ 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 СРМ являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений магистров;
- 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 магистрантов 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 08.03.01 Строительство (уровень бакалавриата), 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 магистрантов 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 вкладные 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 магистрантов. 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. Подготовка 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 тематике 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 завершенное 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 по направлению подготовки 08.03.01 Строительство (уровень бакалавриата), направленность (профиль) Теплогазоснабжение и вентиляция.

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 08.03.01 Строительство (уровень бакалавриата) и образовательной программой по направлению подготовки 08.03.01 Строительство, 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.