

Министерство образования и науки Челябинской области  
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
«Южно-Уральский государственный технический колледж»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ  
ВНЕАУДИТОРНОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

**по МДК 04.01 Организация работ по технической эксплуатации, устранению  
аварийных ситуаций и содержанию инженерных систем отопления,  
водоснабжения, водоотведения и систем вентиляции, кондиционирования  
воздуха гражданских зданий**

для специальности  
08.02.13 Монтаж и эксплуатации внутренних сантехнических устройств,  
кондиционирования воздуха и вентиляции

ФП «Профессионалитет», Строительная отрасль

Челябинск, 2023

## АКТ СОГЛАСОВАНИЯ

### на методические рекомендации по организации внеаудиторной самостоятельной работы

Методические рекомендации по организации внеаудиторной самостоятельной работы по профессиональному модулю составлены в соответствии с рабочей программой и разработаны для студентов специальности ФГОС СПО 08.02.13 Монтаж и эксплуатации внутренних сантехнических устройств, кондиционирования воздуха и вентиляции

Автором подготовлены задания для внеаудиторной самостоятельной работы в виде: рефератов, докладов, сообщений, проблемных ситуаций, аналитических заданий, творческих заданий и т.д.

Внеаудиторная самостоятельная работа проводится с целью закрепления и систематизация знаний, формирования умений и овладения опытом творческой, исследовательской деятельности. Этот вид самостоятельной работы способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровней. Внеаудиторная самостоятельная работа является обязательной для каждого студента, а ее объем определяется учебным планом.

Методические рекомендации по организации внеаудиторной самостоятельной работы по МДК 04.01 Организация работ по технической эксплуатации, устранению аварийных ситуаций и содержанию инженерных систем отопления, водоснабжения, водоотведения и систем вентиляции, кондиционирования воздуха гражданских зданий могут быть рекомендованы для использования в учебном процессе.

Генеральный директор ООО «Архитектурная Мастерская  
Маркштетера»  А.А. Маркштетер



## 1. Пояснительная записка

Методические рекомендации для выполнения внеаудиторной самостоятельной работы студентов по МДК 04.01 Организация работ по технической эксплуатации, устранению аварийных ситуаций и содержанию инженерных систем отопления, водоснабжения, водоотведения и систем вентиляции, кондиционирования воздуха гражданских зданий для обучающихся по специальности ФГОС СПО 08.02.13 Монтаж и эксплуатации внутренних сантехнических устройств, кондиционирования воздуха и вентиляции

Цель методических указаний: оказание помощи студентам в выполнении самостоятельной работы

Настоящие методические рекомендации содержат работы, которые позволят студентам самостоятельно овладеть фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю подготовки, опытом творческой и исследовательской деятельности и направлены на формирование следующих компетенций:

### 1.1.1 Перечень общих компетенций

Код	Наименование общих компетенций
ОК 01	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам
ОК 02	Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности
ОК 05	Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста

### 1.1.2. Перечень профессиональных компетенций

Код	Наименование видов деятельности и профессиональных компетенций
ВД 4	Организация технической эксплуатации гражданских зданий
ПК 4.1	Организовать устранение аварийных ситуаций инженерных систем отопления, водоснабжения, водоотведения и систем вентиляции, кондиционирования воздуха гражданских зданий
ПК 4.2	Организовать работы по технической эксплуатации и содержанию инженерных систем отопления, водоснабжения, водоотведения и систем вентиляции, кондиционирования воздуха гражданских зданий

### 1.1.3. В результате освоения профессионального модуля обучающийся должен:

Владеть навыками	Н 4.1.01	Устранения аварийных ситуаций инженерных систем отопления, водоснабжения, водоотведения и систем вентиляции, кондиционирования воздуха гражданских зданий
	Н 4.1.02	Руководства работниками в рамках подразделения при выполнении работ по устранению аварийных ситуаций систем водоснабжения и водоотведения, отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха

	Н 4.2.01	Диагностики состояния объектов систем и оборудования водоснабжения и водоотведения, отопления, вен-тиляции и кондиционирования воздуха
	Н 4.2.02	Составлении и оформлении паспортов, журналов и дефектных ведомостей, заполнении актов по оценке состояния систем
	Н 4.2.03	Разработки плана мероприятий по эксплуатации
	Н 4.2.04	Руководства работниками в рамках подразделения при выполнении работ по эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения, отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха
Уметь	У 4.1.01	Устранять неисправности санитарно-технических систем и систем вентиляции и кондиционирования воздуха
	У 4.1.02	Осуществлять организацию работ по выполнению аварийного ремонта инженерных сетей и оборудования строительных объектов
	У 4.2.01	Читать эскизы и схемы систем и оборудования водоснабжения и водоотведения, отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха
	У 4.2.02	Проводить плановый осмотр оборудования систем водоснабжения и водоотведения, отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха в соответствии с заданием и видом осмотра (в рамках ТО, регламентных и профилактических работ и т.д.)
	У 4.2.03	Определять неисправности оборудования, состояние отдельных элементов, узлов систем водоснабжения и водоотведения, отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха по внешним признакам и по показаниями приборов
	У 4.2.04	Заполнять техническую документацию по результатам осмотра: паспорта, журналы и дефектные ведомости, акты по оценке состояния систем и др
	У 4.2.05	Информировать руководство в случае выявления превышений допустимого уровня отклонений эксплуатационных параметров
	У 4.2.06	Организовывать работу по эксплуатации систем в соответствии с техническими требованиями
	У 4.2.07	Осуществлять контроль ремонтных работ и сроков исполнения в соответствии с графиком
	У 4.2.08	Осуществлять руководство работниками, в соответствии с трудовым кодексом и должностными обязанностями
Знать	З 4.1.01	Видов и признаков неисправностей в работе систем и способы их определения
	З 4.1.02	Требований к качеству материалов, используемых при устранении аварийных систем и оборудования водоснабжения и водоотведения, отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха
	З 4.2.01	Устройств систем и оборудования и эксплуатационных требований к системам водоснабжения и водоотведения, отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха
	З 4.2.02	Сущности и содержания технической эксплуатации оборудования систем и оборудования водоснабжения и

		водоотведения, отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха
	3 4.2.03	Правила пуска в эксплуатацию
	3 4.2.04	Требования охраны труда при проведении работ по эксплуатации систем и оборудования водоснабжения и водоотведения, отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха
	3 4.2.05	Состав и требования к проведению профилактических и регламентных работ в системах и оборудования водоснабжения и водоотведения, отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха

## САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 1

**Тема:** Определение расхода теплоты для отопления

**Цель работы:** определить общие теплопотери каждого из помещений здания и теплопотери здания в целом

**Исходные данные для расчета** (смотри таблицу приложений №1):

1. место расположения здания
2. наружная температура воздуха в холодный расчетный период (температура пяти холодных суток)
3. внутренняя температура помещений (согласно СНиП)
4. план здания
5. высота этажа
6. толщина междуэтажных перекрытий
7. толщина чердачного перекрытия
8. вид пола первого этажа
9. продолжительность отопительного периода
10. средняя температура наружного воздуха в отопительный период

### Ход работы

1. Начертить план здания
2. Нанести все размеры на плане здания
3. Определить термическое сопротивление теплопередаче наружного ограждения согласно санитарно-гигиенических условий и градусо-суток отопительного периода.
4. Выбрать из полученных значений наибольшее
5. Определить размеры ограждающих конструкций
6. Определить теплопотери каждого помещения и здания в целом

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Практическую работу рекомендуется начинать с вычерчивания плана здания по следующим рекомендациям

На отведенном для плана месте проводятся координационные оси капитальных стен. Оси наносятся на чертеж тонкими штрихпунктирными линиями и маркируются, начиная с нижнего левого угла чертежа плана, по вертикали буквами, по горизонтали цифрами в кружочках, диаметр которых 7-8 мм.

К осям привязываются наружные и капитальные внутренние стены, а также отдельно стоящие опоры (колонны и столбы):

- внутреннюю грань несущей наружной стены из кирпича или мелких каменных блоков размещают от координационной оси на расстоянии 200 мм;

- в случае, если несущими являются одновременно продольные и поперечные стены плана здания, /т.е. конструкция перекрытия опирается по контуру/, отступ координационных осей от внутренних граней осуществляется одновременно для наружных поперечных/торцевых/ и продольных стен.

После изображения стен на плане здания наносятся перегородки, устанавливаемые при этом площади различных помещений позволяют организовать в наружных стенах оконные проемы. Размеры проемов устанавливаются в зависимости от назначения помещения.

В стенах и перегородках размещаются дверные проемы, которые имеют следующую ширину. Мм: в кладовых, ваннах и уборных 600, в кухнях (однопольные) 700, в жилых комнатах: однопольные 800 и 900, двухпольные 1200; наружные (входные) двери устанавливаются двухпольными с шириной проема 1400 и 1800. высота всех внутренних дверей может быть 2000 мм; входной двери 2300 мм.

Печи и кухонные плиты располагаются в плане, как правило. Около капитальных стен, где предусматриваются дымовые и вентиляционные каналы.

Вентиляционные каналы показываются в стенах ванн, уборных, кухнях и других помещениях, требующих вентиляции. Каналы на плане изображаются в виде прямоугольников размером, мм: дымоходные 140x140 или 140x270. Расстояния между каналами в кирпичных стенах должны быть не менее 120 мм.

Вдоль наружных стен на плане здания проставляются три нитки размеров. Первая нитка отстоит от стены на 15-20 мм, последующие проводятся с интервалами 5-10 мм. На первой размерной линии (ближайшей к стене) проставляются размеры проемов и простенков, на второй линии - расстояния между осями, на третьей габариты здания (в крайних осях). Внутри плана здания даются две цепочки размеров (по длине и ширине здания). На них показывается толщина и привязка стен, толщина перегородок, габариты помещений, размеры встроенной мебели.

На чертеже плана каждому помещению присваивается порядковый номер, который проставляется в кружочках и состоит из трех цифр: первая цифра указывает номер этажа здания, другие две - номер помещения на этаже (например, 101 обозначает, что помещение находится на первом этаже здания и является первым помещением на данном этаже).

Термическое сопротивление теплопередачи ограждающей конструкции по санитарно-гигиеническим нормам определяется по формуле:

Чердачных перекрытий

$$R_0^{TP} = \frac{(t_b - t_n) \times n}{\Delta t^H \times \alpha_b}$$

$\Delta t^H \times \alpha_b$

где  $t_b$  - расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания, °С, принимаемая для расчета ограждающих конструкций группы зданий по поз. 1 таблицы 4 по минимальным значениям оптимальной температуры соответствующих зданий по ГОСТ 30494 (в интервале 20 - 22 °С), для группы зданий по поз. 2 таблицы 4 - согласно классификации помещений и минимальных значений оптимальной температуры по ГОСТ 30494 (в интервале 16 - 21 °С), зданий по поз. 3 таблицы 4 - по нормам проектирования соответствующих зданий; С<sup>0</sup>

$t_n$  - расчетная наружная температура воздуха, равная температуре пяти холодных суток в расчетный период средняя температура наружного воздуха, °С, и продолжительность, сут, отопительного периода, принимаемые по СНиП 23-01 для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 10 °С - при проектировании лечебно-профилактических, детских учреждений и домов-интернатов для престарелых, и не более 8 °С - в остальных случаях., С<sup>0</sup>

$n$  - коэффициент, зависящий от положения наружной поверхности ограждения по отношению к наружному воздуху

$\Delta t^H$  - допустимый перепад температур между температурой внутреннего воздуха  $t_b$  и температурой внутренней поверхности ограждения  $t_n$  ( $\Delta t^H = 4$  С<sup>0</sup> для жилых зданий, больниц, детских садов; для перекрытий над подвалами, подпольями и неотапливаемыми помещениями  $\Delta t^H = 2$  С<sup>0</sup>; для чердачных перекрытий  $\Delta t^H = 3$  С<sup>0</sup>)

$\alpha_b$  - коэффициент теплоотдачи у внутренней поверхности наружного ограждения, являющийся суммой коэффициентов конвекции  $\alpha_k$  и лучеиспускания  $\alpha_l$ ; для внутренних поверхностей стен, полов, потолков  $\alpha_b = 8,7$  Вт/(м<sup>2</sup>×С<sup>0</sup>)

**Таблица 1. Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в обслуживаемой зоне помещений жилых зданий и общежитий**

Период года	Наименование помещения	Температура воздуха, °С		Результирующая температура, °С		Относительная влажность, %			Скорость движения воздуха, м/с	
		оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая, не более	не более	оптимальная, не более	допустимая, не более
Холодный	Жилая комната	20-22	18-24 (20-24)	19-20	17-23 (19-23)	45-30	60		0,15	0,2
	То же, в районах с температурой наиболее холодной пятидневки (обеспеченностью 0,92) минус 31°С	21-23	20-24 (22-24)	20-22	19-23 (21-23)	45-30	60		0,15	0,2
	Кухня	19-21	18-26	18-20	17-25	НН*	НН		0,15	0,2
	Туалет	19-21	18-26	18-20	17-25	НН	НН		0,15	0,2
	Ванная, совмещенный санузел	24-26	18-26	23-27	17-26	НН	НН		0,15	0,2
	Помещения для отдыха и учебных занятий	20-22	18-24	19-21	17-23	45-30	60		0,15	0,2
	Межквартирный коридор	18-20	16-22	17-19	15-21	45-30	60		0,15	0,2
	Вестибюль, лестничная клетка	16-18	14-20	15-17	13-19	НН	НН		0,2	0,3
Кладовые	16-18	12-22	15-17	11-21	НН	НН		НН	НН	
Теплый	Жилая комната	22-25	20-28	22-24	18-27	60-30	65		0,2	0,3

\*НН - не нормируется  
**Примечание** - Значения в скобках относятся к домам для престарелых и инвалидов

Термическое сопротивление теплопередачи ограждающей конструкции в зависимости от градусо-суток отопительного периода определяются по формуле:

$$R_0^{TP} = (t_v - t_{o.p.}) \times n_{o.p.}$$

где  $t_v$  - расчетная внутренняя температура помещения,  $^{\circ}\text{C}^0$

$t_{o.p.}$  - средняя температура наружного воздуха,  $^{\circ}\text{C}$ , отопительного периода, принимаемые по СНиП 23-01 для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более  $10^{\circ}\text{C}$  - при проектировании лечебно-профилактических, детских учреждений и домов-интернатов для престарелых, и не более  $8^{\circ}\text{C}$  - в остальных случаях.

$n_{o.p.}$  - продолжительность отопительного периода, сут.

**Таблица 2 - Нормируемые значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций**

		Нормируемые значения сопротивления теплопередаче $R_{req}$ , $\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$ , ограждающих конструкций				
Здания и помещения, коэффициенты $a$ и $b$ .	Градусо-сутки отопительного периода $D_d$ , $^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}$	Стен	Покрытий и перекрытий над проездами	Перекрытий чердачных, над неотапливаемыми и подпольями подвалами	Окон и балконных дверей, витрин и витражей	Фонарей с вертикальным остеклением
1	2	3	4	5	6	7
1 Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты, гостиницы и общежития	2000	2,1	3,2	2,8	0,3	0,3
	4000	2,8	4,2	3,7	0,45	0,35
	6000	3,5	5,2	4,6	0,6	0,4

	8000	4,2	6,2	5,5	0,7	0,45
	10000	4,9	7,2	6,4	0,75	0,5
	12000	5,6	8,2	7,3	0,8	0,55
<i>a</i>	-	0,00035	0,0005	0,00045	-	0,000025
<i>b</i>	-	1,4	2,2	1,9	-	0,25
2 Общественные, кроме указанных выше, административные и бытовые, производственные и другие здания и помещения с влажным или мокрым режимом	2000	1,8	2,4	2,0	0,3	0,3
	4000	2,4	3,2	2,7	0,4	0,35
	6000	3,0	4,0	3,4	0,5	0,4
	8000	3,6	4,8	4,1	0,6	0,45
	10000	4,2	5,6	4,8	0,7	0,5
	12000	4,8	6,4	5,5	0,8	0,55
<i>a</i>	-	0,0003	0,0004	0,00035	0,00005	0,000025
<i>b</i>	-	1,2	1,6	1,3	0,2	0,25
3 Производственные с сухим и нормальными режимами	2000	1,4	2,0	1,4	0,25	0,2
	4000	1,8	2,5	1,8	0,3	0,25
	6000	2,2	3,0	2,2	0,35	0,3
	8000	2,6	3,5	2,6	0,4	0,35
	10000	3,0	4,0	3,0	0,45	0,4
	12000	3,4	4,5	3,4	0,5	0,45

<i>a</i>	-	0,0002	0,00025	0,0002	0,000025	0,000025
<i>b</i>	-	1,0	1,5	1,0	0,2	0,15

Примечания

1 Значения  $R_{req}$  для величин  $D_d$ , отличающихся от табличных, следует определять по формуле

$$R_{req} = aD_d + b, \quad (1)$$

где  $D_d$  - градусо-сутки отопительного периода, °С·сут, для конкретного пункта;

$a, b$  - коэффициенты, значения которых следует принимать по данным таблицы для соответствующих групп зданий, за исключением графы 6 для группы зданий в поз.1, где для интервала до 6000 °С·сут:  $a = 0,000075, b = 0,15$ ; для интервала 6000-8000 °С·сут:  $a = 0,00005, b = 0,3$ ; для интервала 8000 °С·сут и более:  $a = 0,000025, b = 0,5$ .

2 Нормируемое приведенное сопротивление теплопередаче глухой части балконных дверей должно быть не менее чем в 1,5 раза выше нормируемого сопротивления теплопередаче светопрозрачной части этих конструкций.

3 Нормируемые значения сопротивления теплопередаче чердачных и цокольных перекрытий, отделяющих помещения здания от неотапливаемых пространств с температурой  $t_c$  ( $t_{ext} < t_c < t_{int}$ ), следует уменьшать умножением величин, указанных в графе 5, на коэффициент  $\beta$ , определяемый по примечанию к таблице 6. При этом расчетную температуру воздуха в теплом чердаке, теплом подвале и остекленной лоджии и балконе следует определять на основе расчета теплового баланса.

4 Допускается в отдельных случаях, связанных с конкретными конструктивными решениями заполнения оконных и других проемов, применять конструкции окон, балконных дверей и фонарей с приведенным сопротивлением теплопередаче на 5% ниже установленного в таблице.

5 Для группы зданий в поз.1 нормируемые значения сопротивления теплопередаче перекрытий над лестничной клеткой и теплым чердаком, а также над проездами, если перекрытия являются полом технического этажа, следует принимать, как для группы зданий в поз.2.

Определив градусо-сутки отопительного периода и зная их значение, путем интерполяции находим, требуемое сопротивление теплопередаче, например:

$$R_{0TP} -4000-1,4 \Rightarrow x=1,05$$

$$2988,2-x$$

Зная термическое сопротивление ограждающей конструкции необходимо найти коэффициент теплопередачи по формуле, используя наибольшее значение термического сопротивления теплопередачи

$$K = \frac{1}{R_{0TP}}$$

Для окон коэффициент теплопередачи принять равным  $K=2,7 \text{ Вт/м}^2 \times \text{С}^0$ , для дверей  $K=2,32 \text{ Вт/м}^2 \times \text{С}^0$ .

Расчет данной практической работы рекомендуется вести в табличной форме следующего вида:

Таблица 1

Определение теплопотерь помещений

№ по помещению	Наименование помещения	Характеристика ограждения					n	tв - tн	Qосн, Вт	Добавки, %		Коэффициент добавки	Q, Вт	Qв, Вт	Qобщ, Вт
		Наименование ограждения	ориентация	Размер, м	Площадь, м²	K, Вт/м² С°				стороны света	прочие				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16



## САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 2

### Тема: Расчет систем отопления

**Цель работы:** ознакомиться с видами систем отопления, составить схему системы отопления для заданного здания

**Исходные данные для выполнения работы:**

1. План здания
2. Виды систем отопления
3. Виды нагревательных приборов

#### Ход работы

1. Выбрать вид системы отопления, который будет применяться в данной работе
2. Обосновать применение данного вида отопления
3. Выбрать вид нагревательного прибора.
4. Начертить план подвала.
5. На плане этажа расставить нагревательные приборы.
6. На плане подвала начертить разводку отопления, расположенную на данном этаже.
7. Составить аксонометрическую систему отопления

#### Методические указания

Выбор систем и теплоносителя

Общие сведения

В жилищно-гражданском строительстве широко применяются центральные системы водяного, парового и воздушного отопления, а также системы панельного и лучистого отопления с различными теплоносителями. Кроме того, применяются системы газа – и электровоздушного отопления, отопления инфракрасными и высокотемпературными излучателями.

Наибольшее распространение получила водяная система отопления, как наиболее гигиеничная, совершенная в эксплуатации и регулируемая в широких пределах в зависимости от температуры наружного воздуха.

Паровая система не гигиенична из-за пригорания пыли на поверхностях приборов, почти не поддается регулировки, а поэтому применяется ограниченно, главным образом в коммунальных и промышленных предприятиях.

На воздушные системы отопления расходуется меньше металла, чем на водяные и паровые; применяются они главным образом для отопления помещений большого объема. Температура воздуха в отдельных помещениях жилых зданий, обслуживаемых центральной системы воздушного отопления, плохо поддается регулировки, и это ограничивает её применения.

Панельное и лучистое отопление особенно удобно в крупноблочных зданиях, где нагревательные приборы и трубопроводы скрыты в толще конструктивных элементов строительной части здания.

Выбор системы отопления и параметров теплоносителя производят на основании технико-экономического обоснования, в соответствии с требованиями санитарных и противопожарных норм, в зависимости от назначения здания и режима его эксплуатации. При этом предельные значения допускаемых температур на поверхности нагревательных приборов любых типов и конструкций ( $t_{н.п.}$ ) независимо от вида теплоносителя принимают по нормам, указанным в табл. Б. 1.

При устройстве систем центрального отопления руководствуются правилами СНиП 41-01-2003 "Отопление, вентиляции и кондиционирование воздуха".

Расчётную разность температур горячей и обратной воды обычно принимают равной 25°, а при панельных системах отопления с целью сокращения типоразмеров нагревательных приборов её допускается уменьшать до 15°. В зданиях, присоединяемых к ТЭЦ, такое снижение расчётной разности температур приводит к перерасходу сетевой воды. В современных одноконтурных системах водяного отопления с П-образными стояками она может быть увеличена до 35°. В двухконтурных системах водяного отопления, наоборот, увеличение расчётной разности температур воды более чем на 25° способствует недопустимой вертикальной разрегулировке системы отопления, вызванной влиянием естественного давления.

В связи с этим для систем водяного отопления с местными нагревательными приборами следует применять одноконтурные схемы разводки теплоносителя.

В обычных системах водяного отопления жилых и общественных зданий по санитарно-гигиеническим нормам применяют теплоноситель с температурой горячей воды не более 95°. С целью снижения металлоёмкости систем отопления (см. примечание к табл. Б. 1) допускается применять теплоноситель с температурой горячей воды не более 105°.

При необходимости снижения температуры теплоносителя местные системы водяного отопления зданий присоединяют к наружным тепловым сетям через элеватор или теплообменник (см. раздел "Тепловые сети").

Рекомендуемое давление пара в разомкнутых системах парового отопления низкого давления в зависимости от радиуса действия принимают:

Радиус действия, м ....	50	100	200	300	600
Давления пара, кг/см <sup>3</sup> ....	0,05	0,05 – 0,1	0,1 – 0,2	0,2 – 0,3	0,5 – 0,7

В замкнутых системах пароснабжения давления пара назначается по расчёту .

Давления пара в системах отопления и пароснабжения высокого давления допускается до 5 кг/см<sup>2</sup> в зависимости от прочности и предельной температуры поверхности нагревательных приборов. В необходимых случаях давления пара на вводе в здание снижается дросселированием.

В открытых системах воздушного отопления температура приточного воздуха, подаваемого непосредственно в отапливаемые помещения, нормируется в зависимости от места расположения приточных отверстий \*. Для закрытых систем температура воздуха, циркулирующего по каналам, определяется расчётом в зависимости от допускаемой температуры нагревательных элементов. В системах воздушного отопления жилых зданий нагрев воздуха в центральных приточных камерах допускается до 120°, а наибольшая температура подаваемого воздуха в нижнюю зону комнаты – до 60°.

Таблица. СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ(по СНиП 41-01-2003)

Помещения	Система отопления, отопительные приборы, теплоноситель, максимально допустимая температура теплоносителя или теплоотдающей поверхности
Б.1. Жилые, общественные и административно-бытовые (кроме указанных в Б. 2- Б. 10)	Водяная с радиаторами, панелями и конвекторами при температуре теплоносителя для двухконтурных систем - не более 95 °С; для одноконтурных - не более 105 °С. Водяная с нагревательными элементами, встроенными в наружные стены перекрытия и полы (в соответствии с 6.5.13). Воздушная. Поквартирная водяная с радиаторами или конвекторами при температуре теплоносителя не более 95 °С. Электрическая или газовая с температурой на теплоотдающей поверхности не более 95 °С
Б.2. Детские дошкольные, лестничные клетки и вестибюли в детских дошкольных учреждениях	Водяная с радиаторами, панелями и конвекторами при температуре теплоносителя не более 95 °С (с учетом 4.4.3). Водяная с нагревательными элементами, встроенными в наружные стены перекрытия и полы (в соответствии с 6.5.13). Электрическая с температурой на теплоотдающей поверхности не более 90 °С
Б.3. Палаты, операционные и другие помещения лечебного назначения в больницах (кроме психиатрических и наркологических, общественных и административно-бытовых)	Водяная с радиаторами и панелями при температуре теплоносителя не более 85 °С. Водяная с нагревательными элементами, встроенными в наружные стены перекрытия и полы (в соответствии с 6.5.13)
Б.4. Палаты, операционные и другие	Водяная с радиаторами и панелями при температуре теплоносителя

помещения лечебного назначения в психиатрических и наркологических больницах (кроме общественных и административно-бытовых)	не более 95 °С. Водяная с нагревательными элементами и стояками, встроенными в наружные стены, перекрытия и полы (в соответствии с 6.5.13). Электрическая с температурой на теплоотдающей поверхности не более 95 °С
Б.5. Спортивные залы	Воздушная. Водяная с радиаторами, панелями и конвекторами и гладкими трубами при температуре теплоносителя не более 150 °С. Водяная с нагревательными элементами, встроенными в наружные стены перекрытия и полы (в соответствии с 6.5.13). Электрическая или газовая с температурой на теплоотдающей поверхности не более 150 °С.
Б.6. Бани, прачечные и душевые	Водяная с радиаторами, конвекторами и гладкими трубами при температуре теплоносителя не более 95 °С для помещений бань и душевых, не более 150 °С - для прачечных. Воздушная. Водяная с нагревательными элементами, встроенными в наружные стены перекрытия и полы (в соответствии с 6.5.13)
Б.7. Общественного питания (кроме ресторанов) и торговые залы (кроме указанных в Б.3)	Водяная с радиаторами, панелями, конвекторами и гладкими трубами при температуре теплоносителя не более 150 °С. Водяная с нагревательными элементами и стояками, встроенными в наружные стены, перекрытия и полы (в соответствии с 6.5.13). Воздушная. Электрическая и газовая с температурой на теплоотдающей поверхности не более 150 °С. Электрическая и газовая с высокотемпературными излучателями в неутепленных и полукрытых помещениях и зданиях
Б.8. Торговые залы и помещения для обработки и хранения материалов, содержащих легковоспламеняющиеся жидкости	Принимать по Б. 11 а) или Б. 11 б) настоящего приложения
Б.9. Пассажиры залы вокзалов	Воздушная. Водяная с радиаторами и конвекторами при температуре теплоносителя не более 150 °С. Водяная с нагревательными элементами, встроенными в наружные стены, перекрытия и полы (в соответствии с 6.5.13). Электрическая с температурой на теплоотдающей поверхности не более 150 °С
Б.10. Залы зрительные и рестораны	Водяная с радиаторами и конвекторами при температуре теплоносителя не более 115 °С. Воздушная. Электрическая с температурой на теплоотдающей поверхности не более 115 °С
Б.11 . Производственные: а) категорий А, Б, В 1-84 без выделений пыли и аэрозолей или с выделением негорючей пыли	Воздушная (в соответствии с 4.4.6 и 7.1.11). Водяная и паровая (в соответствии с 6.1.6) при температуре теплоносителя: воды не более 150 °С, пара не более 130 °С. Электрическая и газовая для помещений категорий В1- В4 (кроме складов категорий В1- В4) при температуре на теплоотдающей поверхности не более 130 °С. Электрическая для помещений категорий А и Б (кроме складов категорий А и Б) во взрывозащищенном исполнении в соответствии с ПУЭ при температуре на теплоотдающей поверхности не более 130 °С
б) категорий А, Б, В1- В4 с выделением горючей пыли и аэрозолей	Воздушная (в соответствии с 4.4.6 и 7.1.11). Водяная и паровая (в соответствии с 6.1.6) при температуре теплоносителя: воды - не более 110 °С в помещениях категорий А и Б и не более 130 °С в помещениях категории В. Электрическая и газовая для помещений категорий В1- В4 (кроме складов категорий В1- В4) при температуре на теплоотдающей поверхности не более 110 °С. Электрическая для помещений категорий А и Б (кроме складов категорий А и Б) во взрывозащищенном исполнении в соответствии с ПУЭ при температуре на теплоотдающей поверхности не более 110 °С
в) категорий Г и Д без выделений пыли и аэрозолей	Воздушная. Водяная и паровая с ребристыми трубами, радиаторами и конвекторами при температуре теплоносителя: воды не более 150 °С, пара не более 130 °С. Водяная с нагревательными элементами и стояками, встроенными в наружные стены, перекрытия и полы (в соответствии с 6.5.13). Газовая и электрическая, в том числе с высокотемпературными излучателями, кроме складов категории В4 (в соответствии с 5.8

	и 6.5.10)
г) категорий Г и Д с повышенными требованиями к чистоте воздуха	Воздушная. Водяная с радиаторами (без оребрения), панелями и гладкими трубами при температуре теплоносителя не более 150 °С. Водяная с нагревательными элементами, встроенными в наружные стены, перекрытия и полы (в соответствии с 6.5.13)
д) категорий Г и Д с выделением негорючих пыли и аэрозолей	Воздушная. Водяная и паровая с радиаторами при температуре теплоносителя: воды не более 150 °С, пара не более 130 °С. Водяная с нагревательными элементами, встроенными в наружные стены, перекрытия и полы (в соответствии с 6.5.13). Электрическая и газовая с температурой на теплоотдающей поверхности не более 150 °С
е) категорий Г и Д с выделением горючих пыли и аэрозолей	Воздушная. Водяная и паровая с радиаторами и гладкими трубами при температуре теплоносителя: воды не более 130 °С, пара не более 110 °С. Водяная с нагревательными элементами, встроенными в наружные стены, перекрытия и полы (в соответствии с 6.5.13)
ж) категорий Г и Д со значительным влаговыведением	Воздушная. Водяная и паровая с радиаторами, конвекторами и ребристыми трубами при температуре теплоносителя: воды не более 150 °С, пара не более 130 °С. Газовая с температурой на теплоотдающей поверхности 150 °С
з) с выделением возгоняемых ядовитых веществ	По специальным нормативным документам
Б.12. Лестничные клетки, пешеходные переходы и вестибюли	Водяная и паровая с радиаторами, конвекторами и калориферами при температуре теплоносителя: воды не более 150 °С, пара не более 130 °С. Воздушная
Б.13. Тепловые пункты	Водяная и паровая с радиаторами и гладкими трубами при температуре теплоносителя: воды не более 150 °С, пара не более 130 °С
Б.14. Отдельные помещения и рабочие места в неотапливаемых и отапливаемых помещениях с температурой воздуха ниже нормируемой (кроме помещений категорий А, Б и В)	Газовая и электрическая, в том числе с высокотемпературными излучателями (в соответствии с 5.8 и 6.5.13)
<p>Примечания</p> <p>1 Для помещений, указанных в позиции Б.1 (кроме жилых) и позиции Б.10, допускается применять однотрубные системы водяного отопления с температурой теплоносителя до 130 °С при использовании в качестве отопительных приборов конвекторов с кожухом при скрытой прокладке или изоляции участков, стояков и подводов с теплоносителем, имеющим температуры выше 105 °С для помещений, указанных в позиции Б.1, и выше 115 °С - для помещений, указанных в позиции Б.10, а также при соединении трубопроводов в пределах обслуживаемых помещений на сварке.</p> <p>2 Температуру воздуха при расчете систем воздушного отопления, совмещенного с приточной вентиляцией или кондиционированием, следует определять в соответствии с требованиями 4.4.6. СНиП 41-01-2003</p> <p>3 Отопление газовыми приборами в зданиях III, IV и V степеней огнестойкости не допускается.</p>	

### САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 3

#### Тема: Расчет поверхности нагревательных приборов

**Цель работы:** определить поверхность нагрева нагревательных приборов, расчет количества секций нагревательных приборов

**Исходные данные для расчета:**

1. Общие теплотери в каждом помещении здания (смотри результаты практической 1,2)
2. Тип нагревательных приборов (М 140-АО)
3. Параметры теплоносителя (четный вариант 95С<sup>0</sup> и 70С<sup>0</sup>, нечетный 105С<sup>0</sup> и 70С<sup>0</sup>)

4. Тип системы отопления - закрытая
5. Вид установки нагревательных приборов
6. Температура воздуха в помещении (согласно СНиП)

### Ход работы

1. Найти среднюю температуру теплоносителя.
2. Найти разность средней температуры теплоносителя в приборе и воздуха в помещении
3. Определить теплопередачу 1 экм прибора
4. Определить поверхность нагрева прибора
5. Определить число секций в приборе.

### Методические указания

Данную работу рекомендуется выполнять в виде таблицы следующего содержания:

Таблица 1. Определение поверхности нагрева и количества секций в приборах системы отопления

№ помещ ения	Общие теплопотер и в помещении, Вт	Тип нагрева тельного о прибор а	$t_{cp} = \frac{t_z + t_o}{2}$	$t_{cp} - t_b$	$q, \frac{Вт}{экм}$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	Пове рхнос ть нагре ва приб оров	$f_c, \text{экм}$	$n^1, \text{сек}$ кц	$n, \text{сек}$ ц
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
101 $t_b = 18^0$	2207	М 140- АО	92,5	74,5	599	1,05	1,02	1,1	3,95	0,35	11,3	12

Графа 1 – номер помещения в здании, внутренняя температура воздуха в помещении.  
 Графа 2 – общие теплопотери помещения, Вт, значения берутся из первой практической работы.  
 Графа 3 – тип нагревательного прибора.  
 Графа 4 – средняя температура теплоносителя в приборе,  $C^0$ , находится как среднеарифметическое значение температуры горячей воды в подаче и температуры в обратном трубопроводе.  
 Графа 5 – разность средней температуры теплоносителя в приборе и воздуха в помещении,  $C^0$ .  
 Графа 6 - теплопередача 1 экм прибора, Вт/экм, зависит от разницы средней температуры теплоносителя в приборе и воздуха в помещении и определяется по таблице 2:

Таблица 2. Зависимость теплопередачи 1 экм прибора от разницы средней температуры теплоносителя в приборе и воздуха в помещении

$t_{cp} - t_b, C^0$	60	64,5	70	80	90	100
$q, \text{Вт}$	463	506	557	650	740	835

Например,  $t_{cp} - t_b = 72,5^0 C$

$70^0 - 557 \text{ Вт}$

$80^0 - 650 \text{ Вт}$

$10^0 - 93 \text{ Вт} \Rightarrow 1^0 - 9,3 \text{ Вт}$ , тогда  $q^{72,5} = q^{70} + 2,5 \times q^1 = 557 + 2 \times 9,3 = 580,25 \text{ Вт}$

Графа 7 -  $\beta_1$  – коэффициент, учитывающий остывание воды в трубах в зависимости от вида системы принимается по приложению 3 равным 1,05

Графа 8 -  $\beta_2$  – коэффициент, учитывающий способ установки нагревательного прибора принимается по приложению 4;

Графа 9 -  $\beta_3$  - коэффициент, учитывающий число секций в приборе принимается по приложению 5

Графа 10 – поверхность нагрева прибора, определяется по формуле:

$$F_{\text{пр}} = \frac{Q}{q} \times \beta_1 \times \beta_2$$

Где Q – теплотери помещения, Вт;

q – теплопередача 1 экм прибора, Вт.(таблица 2)

Графа 11 – поверхность 1 секции прибора, экм

Графа 12 - количество секций в приборе без учета коэффициента  $\beta_3$

Графа 13 – количество секций в приборе с учетом коэффициента  $\beta_3$  (Приложение 5)

## САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 4

### Тема: Расчет системы вентиляции.

**Цель работы:** рассчитать вытяжную систему вентиляции жилого дома, подобрать вентиляционное оборудование для системы вентиляции

**Исходные данные для расчета:**

1. План дома.
2. Число этажей.

### ХОД РАБОТЫ

1. определить объем помещения, в котором необходимо определить воздухообмен
2. Определить необходимый воздухообмен при газовыделениях
3. Определить необходимый воздухообмен при влаговыведениях
4. Определить необходимый воздухообмен при тепловыделениях
5. Определить необходимый воздухообмен по кратности вентилируемых помещений
6. Из полученных данных выбрать наибольшее значение воздухообмена
7. рассчитать систему воздуховодов
8. Подобрать вентиляционное оборудование

### Методические указания

Количество вентиляционного воздуха определяется для каждого помещения на основании выделяющихся в помещении вредностей или задается на основании исследований.

Если характер и количество вредностей не поддаются учету, вентиляционный воздухообмен определяют по кратностям .

Необходимый воздухообмен определяют по следующим формулам:

При газовыделениях : 
$$L = \frac{G}{(b_g - b_n)}$$

При влаговыведениях : 
$$L = \frac{D}{((d_g - d_n) \times \gamma)}$$

При тепловыделениях: 
$$L = \frac{Q}{C \times \gamma (t_y - t_n)}$$

По кратности: 
$$L = V \times n$$

где L – необходимый воздухообмен, м<sup>3</sup>/ч

G – газовыделение в помещении, л/ч

b<sub>в</sub> – предельно допустимое содержание газа в удаляемом воздухе, л/м<sup>3</sup>

b<sub>н</sub> содержание газа в приточном воздухе, л/м<sup>3</sup>

D – влаговыведение в помещении, г/ч

d<sub>в</sub> и d<sub>н</sub> – влагосодержание удаляемого и приточного воздуха, г/кг

γ – плотность воздуха , кг/м<sup>3</sup>

Q – выделение в помещении явного тепла, ккал/ч

C – теплоемкость воздуха, равная 0,24 ккал/кг×<sup>0</sup>С

$t_y$  и  $t_n$  – температура удаляемого и приточного воздуха,  $^{\circ}\text{C}$

$V$  – объем помещения,  $\text{м}^3$

$n$  - кратность воздухообмена

При выделении в помещении нескольких видов инертных газов необходимый воздухообмен определяют для каждого газа отдельно и принимают большее значение. При выделении нескольких токсичных газов, паров растворителей, раздражающих газов принимают сумму вентиляционных воздухообменов, определенных для каждого газа отдельно.

Для помещений, где количество одновременно пребывающих людей известно, вентиляционный воздухообмен определяют по норме подачи воздуха на 1 чел.

Для систем естественной вентиляции необходимо сбалансировать сопротивление системы с располагаемым гравитационным давлением.

#### Определение потерь давления в системе вентиляции.

Сопротивление системы воздуховодов по стандартному воздуху:

$$\Delta P = \Sigma (R l + Z) \quad , \text{ кгс/см}^2 \text{ (Па)}$$

где  $R$  – потери давления на 1 м воздуховода, принимается согласно таблиц приложения,  $\text{кгс/см}^2$  (Па)

$Z$  – потери давления на местные сопротивления, (Па)

$$Z = \Sigma \zeta \times \frac{V^2 \times \rho}{2}$$

где  $\zeta$  – коэффициент местных сопротивлений на каждом участке

$V$  – действительная скорость воздуха в воздуховоде,  $\text{м/с}$

$\rho$  – плотность воздуха,  $\text{кг/м}^3$ .

Действительная скорость воздуха определяется по формуле

$$v = \frac{L}{3600 \times F} \quad , \text{ м/с}$$

где  $L$  – расход воздуха на участке,  $\text{м}^3/\text{ч}$ .

$F$  – Площадь сечения воздуховода,  $\text{м}^2$ .

#### Подбор оборудования систем вентиляции.

Для подбора оборудования системы вентиляции необходимо знать полные потери системы вентиляции.

Предварительно уточняем расход воздуха и требуемое давление.

Количество воздуха, проходящего через систему вентиляции или вентилятор, определяют по формуле

$$L = L_v \times \frac{273 + t}{273 + t_e}$$

где  $L_v$  – количество необходимого вентиляционного воздуха,  $\text{м}^3/\text{ч}$

$t_v$  – температура воздуха в рабочей зоне помещения,  $^{\circ}\text{C}$

$t$  – температура воздуха проходящего через вентилятор,  $^{\circ}\text{C}$

Затем производим пересчет полных потерь давления на стандартные условия.

$$P_y = \Delta P \times \frac{(273 + t)}{273} \times \frac{760}{B}$$

где  $\Delta P$  – потери давления в системе вентиляции, Па.

$t$  – стандартная температура воздуха в помещении,  $^{\circ}\text{C}$ .

$B$  – барометрическое давление, мм рт ст.

Далее необходимо воспользоваться номограммой № приложения, зная расход воздуха и полные потери давления подобрать вентилятор (марку и исполнение), а также все его характеристики.

Вычисление мощности электродвигателя

$$N = \frac{L \times \Delta P}{3600 \times 1020 \times \eta_v \times \eta_{pn} \times \eta_{pn}}, \text{ кВт}$$

где  $\Delta P$  – потери давления

$\eta_v$  – коэффициент полезного действия вентилятора

$\eta_{pn}$  – коэффициент полезного действия передачи, принимаемый для плоских ремней равным 0,85-0,90, для клиновых 0,90-0,95

$\eta_{pn}$  – коэффициент подшипников, принимаемый равным 0,95-0,98

Установочная мощность электродвигателей  $N_y$  с учетом запаса

$$N_y = K \times N$$

где  $K$  – коэффициент запаса мощности на пусковой момент

Таблица 9. Коэффициент запаса мощности

Мощность на валу электродвигателя, кВт	Тип вентилятора	
	центробежные	осевые
До 0,5	1,5	1,2
0,51-1,0	1,3	1,15
0,01-2,0	1,2	1,10
2,01-5,0	1,15	1,05
Более 5,0	1,10	1,05

Окончательно установочную мощность электродвигателя принимают по каталогам, ближайшую большую по сравнению с подсчитанной мощностью со всеми запасами.

Расчет систем вентиляции производится в табличной форме

Таблица 10

Расчет системы вентиляции

№ участка	Расход воздуха на участке	Размер Сечения канала	$D_{эк}$	Длина Участка, м	Скорость Воздуха в канале, V м/с	R, Па /м	$R \times l$ , Па	$\Sigma \zeta$	$h_d$ , Па	$Z = \Sigma \zeta \times h_d$ , Па	$R \times l + Z$ , Па	примечание
1	300	150*150	75	3	3,8	2,84	8,52	2,96	8,68	25,7	34,2	

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ:

№ п/п	Оцениваемые умения	Формы и методы оценки	Граничные критерии оценки	
			Отлично	неудовлетворительно
1	2	3	4	5
1	Отношение к работе	Наблюдение руководителя, просмотр материалов	Работа выполнена в срок, студент сумел рассчитать время, необходимое для подготовки работы, четко понимает цель	Демонстрирует полное безразличие к выполняемой работе. Требуется постоянного

			задания	внимания, работа не выполнена в срок
2	Использование полученных ранее знаний и умений для решения конкретных задач	Просмотр материалов	Без дополнительных пояснений (указаний) использует знания и умения, полученные при изучении дисциплин: «инженерная графика», «математика», «информатика» и др.	Не способен использовать знания из смежных дисциплин
3	Оформление работы	Просмотр материалов	Материалы оформлены аккуратно, хорошая графика, соблюдены требования ГОСТов	Титульный лист и пояснительная записка оформлены небрежно, не соблюдены требования ГОСТов
4	Умение отвечать на вопросы, пользоваться профессиональной и общей лексикой при сдаче (защите)	Собеседование	Грамотно отвечает на поставленные вопросы, используя профессиональную лексику. Может обосновать свою точку зрения по проблеме	Показывает незнание материала при ответе на вопросы, низкий интеллект, узкий кругозор, ограниченный словарный запас

## ЛИТЕРАТУРА

1. Лукиных А.А., Лукиных Н.А. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Н.Н. Павловского. – М.: Стройиздат, 1987.
2. СНиП 2.04.01-85\*. Внутренний водопровод и канализация зданий.- М.: Минстрой России, 1996.
3. Отопление, водопровод и канализация. Справочник проектировщика. Под редакцией Староверова И.Г. –М.: Стройиздат, 1976.
4. Строительные нормы и правила. Внутренний водопровод и канализация зданий. СНиП 2.04.01-85\*- М.: Минстрой России, 1996.
5. Строительные нормы и правила. СНиП **41-01-2003** Отопление, вентиляция и кондиционирования . -М.: Минстрой России, 2003.
6. Строительные нормы и правила. СНиП 23-01-99. Строительная климатология. СНиП 23-01-99- М.: Минстрой России
7. Свод правил. СП 23-101-2003. Тепловая защита зданий. - М.: Минстрой России
8. Шевелев Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета стальных, чугунных, асбестоцементных, пластмассовых и стеклянных водопроводных труб – М.: Стройиздат, 1984.
9. Щекин Р.В. и др. Справочник по теплоснабжению и вентиляции. – Киев: Будивельник, 1976.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Исходные данные по вариантам

№ варианта	Место Застройки, город	план здания	Высота Этажа, м	толщина междуэтажных перекрытий, мм	Толщина чердачного перекрытия, мм	вид пола первого этажа	Продолжительность отопительного периода, дней	средняя температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки в отопительный период, °С	Норма жилой площади на человека, $f$ , $m^2/чел$	Коэффициент перенесенности квартир, $k$ , чел/кв	Высота расположения пола первого этажа относительно поверхности земли – $h_{\text{пола}}$ м	Высота Подвала в чистоте – $h_{\text{под}}$ м	Число домов	Количество Секций в здании	Свободный (Гарантированный) напор в наружной водопроводной сети. $H_g$ , м	Глубина Промерзания Грунта $h_{\text{пр}}$ ,	
1	Актюбинск	1	2,8	300	400	На грунте	230	-29	15	4,2	1,1	2,5	2	2	20,5	3,0	
2	Астрахань	2	2,8	300	400	на грунте	171	-22	15	4,2	1,1	2,5	3	3	20,5	3,0	
3	Барнаул	1	3,0	300	400	На лагах	224	-38	15	4,2	1,1	2,5	4	4	20,5	3,0	
4	Бийск	2	3,3	300	400	На лагах	270	-37	15	4,2	1,1	2,5	3	2	20,5	3,0	
5	Благовнценск	1	3,0	300	400	На лагах	222	-35	15	4,2	1,1	2,5	2	3	20,5	3,0	
6	Братск	2	3,0	300	400	На лагах	248	-44	15	4,2	1,1	2,5	4	2	20,5	3,0	
7	Брянск	1	2,8	300	400	На лагах	196	-23	15	4,2	1,1	2,5	2	4	20,5	3,0	
8	Витебск	2	2,8	300	400	На лагах	209	-23	15	4,2	1,1	2,5	3	2	20,5	3,0	
9	Владивосток	1	3,0	300	400	На лагах	205	-24	15	4,2	1,1	2,5	4	3	20,5	3,0	
10	Вологда	2	3,0	300	400	на грунте	232	-28	15	4,3	1,1	2,5	2	2	20,5	3,0	
11	Воронеж	1	3,3	300	400	на	195	-25	15	4,3	1,1	2,5	3	4	20,5	3,0	

						грунте									5		
12	Душанбе	2	3,3	300	400	на грунте	109	-10	15	4,3	1,1	2,5	4	2	20, 5	2,7	
13	Екатеринбург	2	2,8	300	400	на грунте	233	-32	15	4,3	1,2	2,5	2	3	20, 5	2,7	
14	Запорожье	1	2,8	300	400	подвал	176	-21	15	4,3	1,2	2,7	3	2	20, 5	2,7	
15	Иваново	2	3,0	300	400	подвал	223	-28	15	4,3	1,2	2,7	2	4	30, 8	2,7	
16	Караганда	1	3,0	300	400	подвал	217	-32	12	4,3	1,2	2,7	4	2	30, 8	2,7	
17	Кемерово	2	3,3	300	400	подвал	239	-39	12	4,3	1,2	2,7	2	3	30, 8	2,7	
18	Киев	1	3,3	300	400	на грунте	191	-21	12	4,3	1,2	2,7	3	2	30, 8	2,7	
19	Кокчетав	2	3,3	300	400	на грунте	219	-33	12	4,1	1,2	2,7	2	4	30, 8	2,7	
20	Краснодар	1	2,8	300	400	на грунте	149	-17	12	4,1	1,2	2,7	4	2	30, 8	2,7	
21	Курган	2	2,8	300	400	на грунте	222	-35	12	4,1	1,2	2,7	2	3	30, 8	2,7	
22	Купино	1	2,8	300	400	подвал	223	-37	12	4,1	1,2	2,7	3	2	30, 8	2,7	
23	Магнитогорск	2	3,0	300	400	подвал	221	-33	12	4,1	0,9	2,7	4	4	30, 8	2,7	
24	Минск	1	3,0	300	400	подвал	206	-22	12	4,1	0,9	2,7	2	2	30, 8	2,7	
25	Минусинск	2	3,0	300	400	подвал	231	-37	12	4,1	0,9	2,7	3	3	30, 8	3,5	
26	Москва	1	2,8	300	400	подвал	212	-26	12	4,1	0,9	2,7	2	2	25, 6	3,5	

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Таблица 1

Определение теплопотерь здания

№ помещени я	Наименование помещени я	Характеристика ограждения					n	t <sub>в</sub> – t <sub>н</sub>	Q <sub>осн</sub> , Вт	Добавки,%		Коэф фицие нт добав ки	Q, Вт	Q <sub>в</sub> , Вт	Q <sub>общ</sub> , Вт
		Наименование огражде ния	ориен тация	Размер, м	Площ адь, м <sup>2</sup>	К, Вт/м <sup>2</sup> С <sup>0</sup>				сторон ы света	пр оч ие				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
201	Жилая комната t <sub>в</sub> =20 <sup>0</sup> С	Н.с.	С	5×3	15	0,9	1	20+19 =39	530	10	5	1,15	610	630	2106
		Д.о.	С	1,1×2	2,2	1,77	1	39	150	10	5	1,15	173		
		Н.с.	З	4,54×3	13,5	0,9	1	39	480	5	5	1,1	528		
		Д.о.	З	1,1×2	2,2	1,77	1	39	150	5	5	1,1	165		
												Σ1476			

Исходные данные для решения задачи: рассчитать теплопотери жилой комнаты, расположенной на 2-м этаже 9-этажного жилого дома. Комната имеет две наружные стены размером 5х3 и 4,5х3 м. в каждой стене расположено двойное окно площадью 2,2 м<sup>2</sup>. одна стена ориентирована на север, вторая – на запад. Коэффициент теплопередачи стены K<sub>ст</sub> = 0,9 Вт/М<sup>2</sup>\*<sup>0</sup>С, коэффициент теплопередачи окна K<sub>ок</sub>= 2,67 Вт/ М<sup>2</sup>\*<sup>0</sup>С. Здание расположено в городе (средняя температура наиболее холодной пятидневки t<sub>н</sub>= -19 <sup>0</sup>С). Площадь пола комнаты F<sub>п</sub>= 16,3 м<sup>2</sup>

**Решение:** Внутренняя температура для угловой комнаты жилого здания принимается на 2 градуса выше, чем для средних комнат, т.е. 20<sup>0</sup>С.

$$R_{0}^{тр} = \frac{(t_b - t_n)}{(\Delta t^n \times \alpha_b)} \times n = \frac{(20 + 19)}{(4 \times 8.7)} \times 1 = 1,1 \text{ м}^2 \times ^0\text{C/Вт}$$

$$K = 1/1,1 = 0,9 \text{ Вт/ м}^2 \times ^0\text{C}$$

$$Q_{инф} = 0,99 \times (t_b + t_n) \times F_{п} = 0,99 \times (20 + 19) \times 16,3 = 630 \text{ Вт}$$

$$Q = Q_{осн} + Q_{инф} = 1476 + 630 = 2106 \text{ Вт}$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Таблица 1

Коэффициент β<sub>1</sub> , учитывающий остывание воды в трубах систем водяного отопления с насосной циркуляцией

Число этажей в здании	Рассчитываемый этаж при скрытой прокладке трубопроводов						Рассчитываемый этаж при открытой прокладке трубопроводов					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Однотрубные системы с верхней разводкой												

2	1,04	-	-	-	-	-	1,03	-	-	-	-	-
3	1,05	-	-	-	-	-	1,04	-	-	-	-	-
4	1,05	1,04	-	-	-	-	1,04	1,03	-	-	-	-
5	1,05	1,04	-	-	-	-	1,04	1,03	-	-	-	-
6	1,06	1,05	1,04	-	-	-	1,05	1,04	1,03	-	-	-
Двухтрубные системы с верхней разводкой												
2	1,05	-	-	-	-	-	1,05	-	-	-	-	-
3	1,05	1,04	-	-	-	-	1,05	1,03	-	-	-	-
Двухтрубные системы с нижней разводкой												
2	-	1,03	-	-	-	-	-	1,05	-	-	-	-
3	-	-	1,03	-	-	-	-	-	1,05	-	-	-
4	-	-	1,03	1,05	-	-	-	-	1,05	1,1	-	-
5	-	-	1,03	1,03	1,05	-	-	-	1,05	1,05	1,1	-
6	-	-	-	1,03	1,03	1,05	-	-	-	1,05	1,05	1,1,

#### ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Таблица 2

Коэффициент  $\beta_2$ , учитывающий остывание воды в трубах однотрубных систем с нижней разводкой, П – образными стояками и насосной циркуляцией

Число этажей	Движение воды по стояку											
	Снизу вверх						Сверху вниз					
	Рассчитываемый стояк											
	1-3	4	5	6	7	7	6	5	4	3	2	1
3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1,05	1,08	1,1
4	1	1	-	-	--	-	-	-	1,04	1,07	1,1	1,1
5	1	1	1,04	-	-	-	-	1,05	1,07	1,08	1,1	1,1
6	1	1	1	1,04	-	-	1,05	1,05	1,08	1,08	1,1	1,1
7	1	1	1	1	1,04	1,05	1,05	1,08	1,08	1,1	1,1	1,1

#### ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Таблица

Коэффициент  $\beta_3$  в зависимости от числа секций радиатора

Число секций	$\beta_1$	Число секций	$\beta_1$	Число секций	$\beta_1$
2	0,96	6	0,99	10-11	1,01
3	0,96	7	1,000	12-14	1,01

4	0,97	8	1,00	15-16	1,02
5	0,98	9	1,00	19-25	1,03