



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Кафедра «Теплогазоснабжение и вентиляция»

Методические указания
для выполнения контрольной работы
по дисциплине

«Вентиляция»



Авторы
Глазунова Е. К.

Ростов-на-Дону, 2020

Аннотация

Методические указания для выполнения контрольной работы по дисциплине «Вентиляция» предназначены для студентов заочной формы обучения направления 08.03.01 «Строительство»

Авторы

к.т.н., доцент кафедры «ТГСив» Глазунова Е.К.



Оглавление

1. Тематика контрольной работы.....	4
2. Алгоритм выбора варианта контрольной работы	4
3. Оформление контрольной работы.....	4
4. Задания для выполнения контрольной работы	4
4.1 Выбор расчетных параметров внутреннего и наружного воздуха при проектировании систем вентиляции	4
4.2 Определение теплоступлений в помещение от различных источников	10
4.3 Составление теплового баланса помещения	21
4.4 Определение воздухообменов	27
Список литературы	30
Приложение А.....	30
Приложение Б.....	32
Приложение В.....	33
Приложение Г	33
Приложение Д	34
Приложение Е	34
Приложение Ж.....	34
Приложение И	37

1. ТЕМАТИКА КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

- выбор расчетных параметров внутреннего и наружного воздуха при проектировании систем вентиляции;
- определение тепlopоступлений в помещение от различных источников;
- составление теплового баланса помещения;
- определение воздухообменов.

2. АЛГОРИТМ ВЫБОРА ВАРИАНТА КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Номер варианта для выполнения каждого задания контрольной работы принимается по двум последним цифрам учебного кода (№ зачетки или студенческого билета) по таблице 4.1

3. ОФОРМЛЕНИЕ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Выполнение контрольной работы является важным этапом в процессе изучения курса. Выполняя контрольную работу, студент должен коротко и ясно излагать усвоенный материал. В конце работы приводится список использованных источников.

Текстовая часть должна быть выполнена на листах формата А4, поля по 2 см, отступ красной строки 1,5, межстрочный интервал 1,5, шрифт Times New Roman 14. На титульном листе должна быть адресная наклейка (приложение).

Затем по контрольной работе проводится собеседование, после которого студент допускается к итоговому контролю по курсу

4. ЗАДАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

4.1 Выбор расчетных параметров внутреннего и наружного воздуха при проектировании систем вентиляции

4.1.1 Расчетные параметры внутреннего воздуха

Расчетные параметры **внутреннего** воздуха принимаются в зависимости от назначения помещения и вида деятельности человека.

Вентиляция

В соответствии с [1] «параметры микроклимата при отоплении и вентиляции помещений (кроме помещений, для которых метеорологические условия микроклимата установлены другими нормативными документами) следует принимать, как правило, по ГОСТ 30494, ГОСТ 12.1.005, СанПиН 2.2.4.548 для обеспечения параметров воздуха в пределах допустимых норм в обслуживаемой или рабочей зоне помещений (на постоянных и непостоянных рабочих местах)»:

а) в холодный период года в обслуживаемой зоне **жилых помещений** температуру воздуха — минимальную из оптимальных температур по ГОСТ 30494 [3];

б) в холодный период года в обслуживаемой зоне **жилых зданий (кроме жилых помещений)**, а также **общественных и административно-бытовых** зданий или в рабочей зоне **производственных** помещений температуру воздуха — минимальную из допустимых температур при отсутствии избытков явной теплоты (далее — теплоты) в помещениях; экономически целесообразную температуру воздуха в пределах допустимых норм в помещениях с избытками теплоты. В производственных помещениях площадью более 50 м² на одного работающего допускается обеспечивать расчетную температуру воздуха на постоянных рабочих местах и более низкую (но не ниже 10 °С) температуру воздуха на непостоянных рабочих местах».

в) в **теплый** период года в обслуживаемой или рабочей зоне помещений **при наличии избытков теплоты** - температуру воздуха в пределах допустимых температур, но не более чем на 3 °С для **общественных и административно-бытовых** помещений и не более чем на 4 °С для **производственных** помещений выше расчетной температуры наружного воздуха (параметры А) и не более максимально допустимой температуры по приложению Ж, а **при отсутствии избытков теплоты** — температуру воздуха в пределах допустимых температур.

г) **скорость движения воздуха**— в пределах допустимых норм;

д) **относительную влажность воздуха**—в пределах допустимых норм (при отсутствии специальных требований) по заданию на проектирование;

Параметры микроклимата или один из параметров допускается принимать в пределах оптимальных норм вместо допустимых, если это экономически обосновано, или по заданию на проектирование.

В холодный период года в помещениях отапливаемых

Вентиляция

зданий, кроме помещений, для которых параметры воздуха установлены другими нормативными документами, когда они не используются и в нерабочее время, можно принимать температуру воздуха ниже нормируемой, но не ниже:

15 °С — в жилых помещениях;

12 °С — в общественных и административно-бытовых помещениях;

5 °С — в производственных помещениях.

Нормируемую температуру следует обеспечить к началу использования помещения или к началу работы.

В **теплый** период года метеорологические условия **не нормируются** в помещениях:

- жилых зданий;
- общественных, административно-бытовых и производственных в периоды, когда они не используются и в нерабочее время при отсутствии технологических требований к температурному режиму помещений;

Задача 4.1 Определить расчетные параметры внутреннего воздуха в помещении проектируемого **жилого или общественного здания** для расчета систем вентиляции, если задан проектируемый объект и район строительства (таблица 4.1).

Таблица 4.1 – Выбор варианта задания и исходные данные для задач 4.1, 4.3

Последние две цифры номера зачетки	Номер варианта	Проектируемое здание	Помещение в здании	Район строительства
1	2	3	4	5
01 26 51 76	1	Кинотеатр	Зрительный зал	Ростов-на-Дону
02 27 52 77	2	То же	Фойе	Казань
03 28 53 78	3	Административное здание	Офис	Воронеж
04 29 54 79	4	То же	Кабинет директора	Астрахань
05 30 55 80	5	То же	Вестибюль	Волгоград

Вентиляция

06 31 56 81	6	То же	Бухгалтерия	Уфа
07 32 57 82	7	То же	Зал совеща- ний	Ставрополь
08 33 58 83	8	Жилой дом	Жилая ком- ната	Краснодар
09 34 59 84	9	То же	Кухня	Брянск
10 35 60 85	10	То же	Ванная ком- ната	Санкт- Петербург
11 36 61 86	11	То же	Лестничная клетка	Калуга
12 37 62 87	12	Библиотека	Читальный зал	Владимир
13 38 63 88	13	То же	Актовый зал	Вологда
14 39 64 89	14	ВУЗ	Аудитория	Иваново
15 40 65 90	15	То же	Вестибюль, фойе	Иркутск
16 41 66 91	16	То же	Читальный зал	Белгород
17 42 67 92	17	Клуб	Зрительный зал	Кострома
18 43 68 93	18	То же	Кружковая комната	Сочи
19 44 69 94	19	Детский сад	Спальная комната	Курск
20 45 70 95	20	Поликлиника	Кабинет вра- ча	Нижний Нов- город
21 46 71 96	21	То же	Вестибюль	Псков
22 47 72 97	22	То же	Процедурный кабинет	Пенза
23 48 73 98	23	То же	Вестибюль	Орел
24 49 74 99	24	Спорткомплекс	Спортзал	Оренбург
25 50 75 00	25	То же	Раздевалка	Омск

Вентиляция

Пример. Район строительства – г. Москва. Объект строительства – административное здание, офисное помещение.

Решение. В соответствии с [3] офисное помещение можно отнести ко второй категории (приложение А). Т.к. помещение в **холодный период** года не имеет теплоизбытков, то в качестве расчетной температуры внутреннего воздуха принимаем минимальную из допустимых температур $t_b = 18^{\circ}\text{C}$, относительную влажность ϕ и подвижность воздуха v в пределах допустимых значений, т.е. $\phi=60\%$, $v=0,3$ м/с – не более (приложение В).

В **теплый период** года в помещении есть избыточные тепловыделения, поэтому расчетную температуру внутреннего воздуха принимаем на 3°C выше расчетной наружной температуры (параметры А), но не более 28°C (максимально допустимой температуры по приложению Ж), т.е. $t_b = t_n + 3$;

$$t_b = 23 + 3 = 26 < 28. \text{ Принимаем } t_b = 26^{\circ}\text{C}.$$

Скорость v и относительную влажность ϕ принимаем в пределах допустимых норм: $\phi=65\%$, $v=0,25$ м/с.

Задача 4.2 Определить расчетные параметры внутреннего воздуха в **производственном** помещении (район строительства принять как в задаче 4.1) для расчета систем вентиляции, если известна категория работ по уровню энергозатрат (таблица 4.2). Решить задачу для двух случаев: если помещение в холодный период без избытков теплоты или в помещении имеются избытки теплоты.

Таблица 4.2–Исходные данные к задаче 4.2

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Категория работ	Ia	Iб	IIa	IIб	III	Ia	Iб	IIa	IIб	III	Ia	Iб	IIa

Вариант	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Категория работ	IIб	III	Ia	Iб	IIa	IIб	III	Ia	Iб	IIa	IIб	III

Пример. В заданном производственном помещении выполняемые работы относятся к IIa категории по уровню энергоза-

трат. Район строительства – г. Москва.

Решение. Расчетные параметры внутреннего воздуха принимаем по [5] в пределах допустимых значений (приложение Е).

В **холодный период** года для первого случая, когда в помещении нет теплоизбытков, в соответствии с [1] принимаем температуру внутреннего воздуха минимальную из допустимых $t_{в}=17^{\circ}\text{C}$. Для второго случая, при наличии теплоизбытков, принимаем экономически целесообразную температуру $t_{в}=23^{\circ}\text{C}$.

Подвижность воздуха в первом случае, т.е. при внутренней температуре, принятой для диапазона температур ниже оптимальных, не должна превышать 0,1 м/с, принимаем $v=0,1$ м/с. Во втором случае, когда температура внутреннего воздуха в диапазоне выше оптимальных значений, подвижность воздуха не должна превышать 0,3 м/с, принимаем $v=0,3$ м/с.

Относительную влажность принимаем в пределах допустимых норм $\phi=15\text{-}75\%$.

В **теплый период** года в помещении имеются избытки теплоты, поэтому температуру внутреннего воздуха принимаем на 4°C выше расчетной наружной температуры (параметры А), но не более 27°C (максимально допустимой температуры по приложению Ж), т.е. $t_{в} = t_{н} + 4$;

$$t_{в}=23+4=27. \text{ Принимаем } t_{в}=27^{\circ}\text{C}.$$

Относительная влажность воздуха при температуре 27°C не должна выходить за пределы 60% (примечание к приложению Ж). Принимаем $\phi=60\%$.

Подвижность воздуха для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, должна быть не более 0,4 м/с. Принимаем $v=0,4$ м/с.

4.1.2 Расчетные параметры наружного воздуха

Параметры **наружного** воздуха: температура $t_{н}$, $^{\circ}\text{C}$, удельная энтальпия $i_{н}$, кДж/кг, скорость ветра u , м/с, а также другие характеристики наружного климата приводятся для различных городов России в [2] (параметры А и Б).

В соответствии с указаниями [1] заданные параметры микроклимата в жилых, общественных, административно-бытовых и производственных помещений следует обеспечивать в пределах расчетных параметров наружного воздуха для соответствующих районов строительства, принятых, как правило, по [2]:

– параметров **А** – для систем вентиляции, и воздушно-го душирования в теплый период года;

Вентиляция

– параметров **Б** – для систем отопления, вентиляции и воздушного душирования в холодный период года, а также для систем кондиционирования в теплый и холодный периоды года.

Параметры наружного воздуха для переходных условий года следует принимать: температуру $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ и удельную энтальпию $26,5\text{ кДж/кг}$.

Параметры наружного воздуха для зданий сельскохозяйственного назначения, если они не установлены специальными строительными или технологическими нормами, следует принимать:

– параметры **А** – для систем вентиляции и кондиционирования в теплый и холодный периоды года.

– параметры **Б** – для систем отопления в холодный период года.

Задача 4.3 Определить расчетные параметры наружного воздуха для проектирования систем вентиляции, если задан проектируемый объект и район строительства (таблица 4.1).

Пример. Проектируемый объект – кинотеатр. Район строительства г.Ярославль.

Решение. Расчетными параметрами наружного воздуха для теплого периода является параметры А, для холодного – Б. Из [2] для г. Ярославля выписываем численные значения параметров:

- для холодного периода $t_n = -31^{\circ}\text{C}$; $i_n = -30,6\text{ кДж/кг}$; $u = 4\text{ м/с}$;
- для теплого периода $t_n = 21,6^{\circ}\text{C}$; $i_n = 49,8\text{ кДж/кг}$; $u = 3,9\text{ м/с}$.

4.2 Определение теплоступлений в помещении от различных источников

Определение теплоступлений от всех источников необходимо для составления теплового баланса помещений и определения дефицита или избытков теплоты.

Теплоступления в вентилируемые помещения жилых, общественных и производственных зданий складывается в основном из следующих потоков теплоты:

- от людей;
- от искусственного освещения;
- от нагретого оборудования и изделий;
- теплота, выделяемая при расходе механической

или электрической энергии, которая в результате сил трения, переходит в теплоту;

- от солнечной радиации;
- от поступающего в воздух помещения водяного пара (скрытая теплота);
- от других источников теплоты (горячей пищи, нагретых поверхностей оборудования, горячей воды и пр.);

4.2.1 Теплопоступления от людей

Теплопоступления от людей зависят от их пола, возраста, состояния здоровья, теплозащитных свойств одежды, температуры, влажности и подвижности окружающего воздуха и тяжести выполняемой работы.

Полные тепловыделения человека складываются из **явных** (передаваемых за счет конвекции и влияющих на температуру окружающего воздуха) и **скрытых** (идущих на испарение влаги и на температуру окружающего воздуха не влияющих).

Тепловыделения от людей, находящихся в помещении, Q_l , Вт, определяются по формуле

$$Q_l = q \cdot n, \quad (4.1)$$

где q – тепловыделение одного человека, Вт (таблица 4.3);
 n – число людей.

Теплопоступления от женщин считаются равными 85% от тепловыделений взрослого мужчины (приводятся в таблицах справочников) от детей до 10 лет – 75%. Теплопоступления от людей в верхней одежде вводят в расчет с коэффициентом 0,75.

Вентиляция

Таблица 4.3– Количество теплоты и влаги, выделяемой взрослыми людьми (мужчинами)

Показатель	Количество явной теплоты $q_{я}$, Вт/чел, полной теплоты $q_{п}$, Вт/чел, и влаги w , г/(ч·чел), выделяемых одним человеком при температуре воздуха в помещении, t_{int} , °С					
	10	15	20	25	30	35
В состоянии покоя						
Теплота явная	140	120	90	60	40	10
Теплота полная	165	145	120	95	95	95
Влага	30	30	40	50	75	115
При легкой работе						
Теплота явная	150	120	99	65	40	5
Теплота полная	180	160	151	145	145	145
Влага	40	55	75	115	150	200
При работе средней тяжести						
Теплота явная	265	135	105	70	40	5
Теплота полная	215	210	205	200	200	200
Влага	70	110	140	185	230	280
При тяжелой работе						
Теплота явная	200	165	130	95	50	10

Задача 4.4 Определить явные и полные тепlopоступления от людей, находящихся в помещении, если задано их количество n , чел. (причем примерно третью часть составляют женщины), температура внутреннего воздуха t_{int} , °C, и вид выполняемой работы (таблица 4.4).

Пример. Определить тепlopоступления от людей, находящихся в помещении в состоянии покоя, если температура воздуха в помещении 20° C. Общее количество 300 чел., в том числе 180 мужчин и 120 женщин.

Решение. Приняв по таблице 4.3 количество теплоты, выделяемой одним человеком $q_{\text{я}}=90$ Вт/чел, $q_{\text{п}}=120$ Вт/чел, определяем общее количество явных тепловыделений по формуле (4.1) $Q_{\text{я}}=90 \cdot 180 + 90 \cdot 0,85 \cdot 120 = 25380$ и полных тепловыделений $Q_{\text{п}}=120 \cdot 180 + 120 \cdot 0,85 \cdot 120 = 33840$

Таблица 4.4 – Исходные данные к задаче 4.4

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Вид работы	легкая	сост.покоя	средн. тяж.	тяжелая	легкая	сост.покоя	средн. тяж.	тяжелая	легкая	сост. покоя	средн. тяж.	тяжелая	легкая
$t_{int}, ^\circ\text{C}$	20	22	19	16	21	21	18	15	20	23	20	16	22
n, чел.	15	350	25	30	150	200	30	35	100	250	40	25	80

Вариант	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	25
Вид работы	сост.покоя	средн. тяж.	тяжелая	легкая	сост. покоя	средн.тяж.	тяжелая	легкая	сост.покоя	средн.тяж.	тяжелая	легкая	сост. покоя
$t_{int}, ^\circ\text{C}$	22	19	15	19	23	18	15	20	22	19	16	18	21
n, чел.	300	45	30	75	250	50	45	110	400	55	25	100	500

4.2.2 Теплопоступления от источников искусственного освещения

Теплопоступления от источников искусственного освещения учитываются в холодный период года, за исключением помещений, перечисленных в примечаниях к таблице 4.5, где их следует учитывать в теплый и переходный периоды года.

Если мощность светильника неизвестна, то тепловыделения от источников света $Q_{осв.}$, Вт, можно определить по формуле

$$Q_{осв.} = E \cdot A_{пл} \cdot q_{осв.} \cdot \eta_{осв.}, \quad (4.2)$$

Вентиляция

где E – освещённость рабочих мест, лк (таблица 4.5);
 $A_{пл.}$ – площадь пола помещения, м²;
 $Q_{осв}$ – удельные тепловыделения от ламп, Вт/(м²·лк)
 (таблица 4.6);
 $\eta_{осв.}$ – доля теплоты, поступающей в помещение (таблица 4.7).

Таблица 4.5 - Уровень общего освещения помещений

Помещения	Общая освещённость помещения E , лк
Общественные здания	
Проектные залы, конструкторские бюро	600
Читальные залы, проектные кабинеты, рабочие и классные комнаты и аудитории	300
Залы заседаний, спортивные, актовые, зрительные залы клубов, фойе театров, обеденные залы, буфеты	200
Крытые бассейны, фойе клубов и кинотеатров	150
Номера гостиниц	100
Зрительные залы кинотеатров, палаты и спальные комнаты санаториев	75
Торговые залы магазинов продовольственных товаров	400
То же, промышленных товаров	300
То же хозяйственных товаров	200
Аптеки	150
Производственные здания	
Отделения литейных цехов	100-150
Кузнечные, термические, сборочные, малярные, гальванические цехи	150
Механические, деревообрабатывающие цехи	200
Гаражи, станции техобслуживания	150-200

Примечания

1. Для помещений без световых проемов (зрительные залы и т.п.) теплопоступления от

Вентиляция

освещения учитывают во все периоды года в одинаковом размере. Теплопоступления от

солнечной радиации в теплый и переходный период года учитываются, только если такое

помещение находится на последнем или единственном этаже – это будут теплопоступления через покрытие или чердачное перекрытие.

2. При "глубоких" помещениях (глубиной больше 6 м от оконных проемов)

теплопоступления от освещения учитывают также в теплый и переходный период от

источников, освещающих ту часть помещения, которая удалена от окон более чем на 6 м

от окон, совместно с теплопоступлениями от солнечной радиации.

3. Частичный учет теплоты от искусственного освещения в теплый и переходный

периоды года с коэффициентом 0,3...0,5 по сравнению с холодным периодом года также

возможен в помещениях, в которых часть светильников работает днем (читальные залы, офисы, залы ресторанов и т.п.).

Таблица 4.6 – Удельные тепловыделения от светильников с люминисцентными лампами (верхние значения) и лампами накаливания (нижние значения)

Тип светильника	Средние удельные тепловыделения $q_{осв}$, Вт/(м ² ·лк), для помещений площадью, м ²					
	Менее 50		50-200		Более 200	
	При высоте помещения, м					
	До 3,6	Более 4,2	До 3,6	Более 4,2	До 3,6	Более 4,2
Прямого света	0,077	0,202	0,058	0,074	0,056	0,067
	0,212	0,280	0,160	0,204	0,154	0,187
Диффузного света	0,116	0,166	0,079	0,102	0,077	0,094
	0,319	0,456	0,217	0,280	0,212	0,268
Отраженного света	0,161	0,264	0,154	0,264	0,108	0,145
	0,443	0,726	0,424	0,726	0,297	0,399

Вентиляция

Таблица 4.7– Доли теплоты, $\eta_{\text{осв.}}$, излучаемого источником света, поступающие в рабочую (числитель) и верхнюю (знаменатель) зоны помещения.

Тип источника освещения	Способ установки светильника			
	У потолка	> 0,5 м от потолка	За подшивным потолком	Вентилируемый светильник
Лампы накаливания	$\frac{1}{0}$	$\frac{0,9}{0,1}$	$\frac{0,85}{0,15}$	$\frac{0,8}{0,2}$
Люминисцентные лампы	$\frac{1}{0}$	$\frac{0,7}{0,3}$	$\frac{0,6}{0,4}$	$\frac{0,5}{0,5}$

Задача 4.5 Определить теплоступления от искусственного освещения люминисцентными лампами в зону обслуживания помещения. Назначение помещения, его площадь, высоту и способ установки светильника принять по таблице 4.8

Вентиляция

Таблица 4.8 – Исходные данные к задаче 4.5

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Помещение	Зрительный зал	Фойе клуба	Офис	Вестибюль	Актовый зал	Читальный зал	Фойе клуба	Классная комната	Аудитория	Обеденный зал	Буфет	Спортзал	Офис
Площадь помещения, м ²	200	57	30	70	300	40	65	40		120	35	500	25
Высота помещения, м	4,4	3,5	3,0	4,2	5,0	4,0	4,0	4,0		3,8	3,5	5,5	3,2

Вентиляция

Способ установки светильника	За подшивным ПОТОЛКОМ	За подшивным ПОТОЛКОМ	У потолка	За подшивным ПОТОЛКОМ	У потолка	За подшивным ПОТОЛКОМ	У потолка	У ПОТОЛКА	За подшивным ПОТОЛКОМ	За подшивным ПОТОЛКОМ	У потолка	За подшивным ПОТОЛКОМ	У потолка
------------------------------	-----------------------	-----------------------	-----------	-----------------------	-----------	-----------------------	-----------	-----------	-----------------------	-----------------------	-----------	-----------------------	-----------

Вариант	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	25
Помещение	Зал заседаний	Классная комната	Спортзал	Фойе клуба	Аудитория	Офис	Классная комната	Читальный зал	Фойе кинотеатра	Зрительный зал	Аудитория	Офис	Спортзал
Площадь помещения	280	25	200	48	45	33	38	25	80	250	30	20	400



Вентиляция

Высота помещения, м	4,0	3,5	4,2	4,7	3,5	3,5	4,0	3,0	4,3	5,0	3,0	3,3	4,5
Способ установки светильника	За подшивным потолком У потолка	У потолка	За подшивным потолком	У потолка	За подшивным потолком	У потолка	У потолка	За подшивным потолком	За подшивным потолком	За подшивным потолком	За подшивным потолком	У потолка	За подшивным потолком

Пример. Определить тепlopоступления от искусственного освещения люминисцентными лампами в зону обслуживания читального зала библиотеки площадью 150 м^2 , высотой $4,5 \text{ м}$. Светильники установлены за подшивным потолком.

Решение. По таблице 4.6 определяем освещенность в помещении читального зала $E=300 \text{ лк}$. Удельные тепловыделения от люминисцентных ламп в соответствии с таблицей 4.7 составляют $q_{\text{осв}} = 0,074 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{лк})$. Доля теплоты, излучаемой источником света, поступающей в зону обслуживания помещения $\eta_{\text{осв.}} = 0,6$. Тогда по формуле (4.2) $Q_{\text{осв.}} = 300 \cdot 150 \cdot 0,074 \cdot 0,6 = 1998 \text{ Вт}$.

4.3 Составление теплового баланса помещения

Разность поступления $Q_{\text{пост.}}$ и расхода (потерь) $Q_{\text{пот.}}$ теплоты определяет теплоизбытки ΔQ в помещении:

$$\Delta Q = \sum Q_{\text{пост.}} - \sum Q_{\text{пот.}} \quad (4.3)$$

Наличие дефицита теплоты говорит о необходимости устройства в помещении отопления. Избыток теплоты должен быть компенсирован вентиляцией.

Задача 4.6. В зрительном зале на n мест в теплый период года имеются тепlopоступления за счет солнечной радиации $Q_{\text{с.р.}}$, Вт. Теплотери через наружные ограждения в холодный период года составляют $Q_{\text{пот.}}$, Вт, расход теплоты на нагревание инфильтрующегося наружного воздуха – $Q_{\text{инф.}}$, Вт, (табл. 4.9). Тепловыделение одним чел. в теплый период – 95 Вт , в холодный период – 140 Вт .

Определить теплоизбытки или теплонедостатки в теплый и холодный периоды года.

Таблица 4.9 – Исходные данные к задаче 4.6

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
n	200	300	350	250	400	450	500	600	650	700	200	250	300
$Q_{с.р.}, \text{Вт}$	8000	9000	9500	8500	9200	9300	9800	10000	10500	15000	7000	7500	8000
$Q_{\text{пот.}}, \text{Вт}$	50000	55000	57000	52000	60000	65000	70000	78000	90000	95000	45000	50000	56000
$Q_{\text{инф.}}, \text{Вт}$	5000	5500	5700	5000	6100	6000	7100	7500	8500	9300	4000	4000	5600

Вари-ант	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
n	350	370	400	450	470	500	550	600	200	300	400	500

Вентиляция

$Q_{с.р.}, \text{Вт}$	9000	9200	10000	11000	12000	14000	14500	15000	7500	8500	9500	12000
$Q_{\text{пот.}}, \text{Вт}$	53000	60000	62000	65000	67000	70000	72000	80000	40000	45000	55000	70000
$Q_{\text{инф.}}, \text{Вт}$	5300	6000	6100	6400	6500	6800	7000	7500	4000	4100	5300	6500

Вентиляция

Пример: $n = 200$; $Q_{с.р.} = 20000$ Вт; $Q_{пот} = 90000$ Вт; $Q_{инф} = 10000$ Вт.

Уравнение теплового баланса (4.3) для теплого периода года примет вид:

$$\Delta Q = \Sigma Q_{пост};$$

$$\Delta Q = Q_{л} + Q_{с.р.},$$

где $Q_{л}$ – тепlopоступления от людей, Вт;

$$\Delta Q = 95 \cdot 200 + 20000 = 39000 \text{ Вт}$$

Для холодного периода уравнение теплового баланса:

$$\Delta Q = Q_{л} - Q_{пот} - Q_{инф}$$

$$\Delta Q = 140 \cdot 200 - 90000 - 10000 = -72000 \text{ Вт}$$

В результате расчета видно, что в теплый период года имеются избытки теплоты $Q_{изб} = 39000$ Вт, которые надо ассимилировать системой вентиляции, а в холодный период – недостаток теплоты, который необходимо компенсировать отоплением. Тепловая мощность системы отопления $Q_{от} = 72000$ Вт.

Задача 4.7. В помещении производственного здания тепловыделения от электродвигателей составляют $Q_{эл}$, от электропечей – $Q_{печ}$, от нагретых поверхностей ванн – $Q_{в}$ (табл. 4.10). В холодный период тепlopотери через ограждения – $Q_{огр.}$, на нагревание инфильтрующегося наружного воздуха $Q_{инф}$. Тепlopоступления за счет солнечной радиации в теплый период – $Q_{с.р.}$

Составить тепловой баланс и определить избытки или недостатки теплоты в холодный и теплый периоды года.

Вентиляция

Таблица 4.10 - Исходные данные к задаче 4.7

Ва ри- ант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$Q_{эл}$, Вт	5000	5500	5700	6000	6500	7000	7500	8000	8500	9000	9500	10000	11000
$Q_{пс}$ ч, Вт	45000	45500	46000	47000	48500	49000	50000	70500	80000	87000	88000	89000	90000
$Q_{в.}$, Вт	25000	25500	26000	28000	30000	32000	35000	37000	39000	41000	42000	45000	52000
$Q_{ог}$ р., Вт	50000	46000	47000	48000	47500	48500	49500	69000	78000	80000	86000	88000	89000
$Q_{ин}$ ф., Вт	10000	11000	11400	12000	13000	14000	15000	16000	17000	18000	19000	20000	22000
$Q_{с.р}$, Вт	12000	12500	14300	15000	16000	17500	18900	20000	21000	22000	23000	24000	26000

Вари- ант	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$Q_{эл}$, Вт	12000	13000	14500	15000	15500	16000	14000	12000	10000	8000	7000	6000

Вентиляция

$Q_{\text{печ}},$ Вт	91000	92000	92500	98000	110000	120000	91000	90000	85000	70000	48000	47000
$Q_{\text{в.}},$ Вт	51000	55000	60000	65000	67000	70000	68000	49000	47000	40000	35000	30000
$Q_{\text{огр.}},$ Вт	90000	91500	90000	96000	100000	110000	90000	88000	82000	65000	46000	44000
$Q_{\text{инф.}},$ В Т	23000	25000	28000	30000	31000	32000	28000	24000	20000	16000	14000	12000
$Q_{\text{с.р.}},$ Вт	28000	30000	34000	36000	37000	40000	33000	27000	22000	21000	18000	14000

Вентиляция

Пример: $Q_{эл} = 10000$ Вт; $Q_{печ} = 90000$ Вт; $Q_{в} = 50000$ Вт;
 $Q_{огр} = 100000$ Вт; $Q_{инф} = 20000$ Вт; $Q_{с.р.} = 25000$ Вт.

Решение. Для теплого периода уравнение теплового баланса (4.3) примет вид

$$\Delta Q = Q_{эл} + Q_{печ} + Q_{в} + Q_{с.р.};$$

$$\Delta Q = 10000 + 90000 + 50000 + 25000 = 175000 \text{ Вт}.$$

Для холодного периода

$$\Delta Q = Q_{эл} + Q_{печ} + Q_{в} - Q_{пот} - Q_{инф};$$

$$\Delta Q = 10000 + 90000 + 50000 - 100000 - 20000 = 30000 \text{ Вт}.$$

И в теплый, и в холодный периоды года имеются теплоизбытки, которые необходимо ассимилировать вентиляцией:

$$Q_{тепл}^{изб} = 175000 \text{ Вт}; Q_{хол}^{изб} = 30000 \text{ Вт}.$$

4.4 Определение воздухообменов

При одновременном выделении в помещении нескольких вредных веществ величина воздухообмена L , м³/ч, определяется из условия ассимиляции каждого вида вредности, выделяемой в помещении (теплоизбытки, влаговыведения, газовыведения), а также может быть определена по нормативной кратности, если есть ее нормативное значение, и по санитарным нормам (по нормируемому удельному расходу приточного воздуха).

Величина воздухообмена по нормируемой кратности определяется по формуле

$$L = k \cdot V, \quad (4.4)$$

где k – нормируемая кратность воздухообмена, ч⁻¹;

V – объем помещения, м³;

Величина воздухообмена по нормируемому удельному расходу приточного воздуха определяется по формуле

$$L = m \cdot N, \quad (4.5)$$

где m – нормируемый удельный расход приточного воздуха на 1 чел., м³/ч,

на одно рабочее место, на одного посетителя или единицу оборудования;

N – число людей (посетителей), рабочих мест, единиц

оборудования;

Задача 4.8 Определить величину воздухообмена для помещения по заданной кратности воздухообмена или нормируемому удельному расходу приточного воздуха на 1 чел. (таблица 4.11).

Таблица 4.11 – Исходные данные к задаче 4.8

Вариант	Проектируемое здание	Помещение в здании	к, ч ⁻¹	м, м ³ /ч
1	2	3	4	5
1	Кинотеатр	Зрительный зал На 500 мест	–	20
2	То же	Фойе, V= 120 м ³	2	–
3	Административное здание	Офис V= 60 м ³	1	
4	То же	Кабинет директора		3
5	То же	Вестибюль V= 80 м ³	2	
6	То же	Бухгалтерия V=50 м ³	2	
7	То же	Зал совещаний на 50 мест		20
8	Библиотека	Читальный зал на 30 чел.		20
9	То же	Актный зал на 300 чел.		20
10	ВУЗ	Аудитория на 50 чел.		20
	ВУЗ	Аудитория на 75 чел.		20
11	То же	Вестибюль, фойе	2	–
12	То же	Читальный зал		20

Вентиляция

	То же	Гимнастический зал На 20 чел.		80
13	Клуб	Зрительный зал		30
14	То же	Кружковая комната		20
15	Поликлиника	Кабинет врача (3 чел.)		60
16	То же	Вестибюль	2	
17	То же	Кабинет лечебной физкультуры (15 чел)		60
18	То же	Вестибюль V=150 м ³	2	
19	Спорткомплекс	Спортзал на 600 мест	–	80
20	То же	Раздевалка V= 50 м ³	2	
21	Кинотеатр	Зрительный зал На 600 мест		20
22	Кинотеатр	Зрительный зал На 400 мест		20
23	ВУЗ	Аудитория на 25 чел.		20
24	ВУЗ	Аудитория на 100 чел.		20
25	Спорткомплекс	Спортзал на 500 мест	–	80

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 60.13330.2016. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003.– Введ. 2013-01-01. М.: Минрегион России, 2016.– 76 с.
2. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*. – Введ. 2013-01-01. М.:Минрегион России, 2012.–109 с.
3. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. – Введ. 2013-01-01. – М.: Стандартинформ, 2013. – 12 с.
4. ГОСТ 12.1.005-88. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно- гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – Введ. 1989-01-01. – М.: Стандартинформ, 2008. –48 с.
5. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Введ.1996-10.01. – М.: Минздрав России, 1997. – 20 с.
6. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч.1. Отопление. /В.Н.Богословский, Б.А.Крупнов, А.Н.Сканави и др.; Под ред. И.Г.Старовойрова и Ю.И.Шиллера. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1990 – 344 с. (Справочник проектировщика).
7. Глазунова Е.К., Скорик Т.А. Основы обеспечения микроклимата зданий (включая теплофизику здания): учебное пособие. Часть 2 - Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун- т, 2014. – 104 с..

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Классификация помещений (ГОСТ 30494-2011)

Помещения 1-й категории – помещения, в которых люди в положении лежа или сидя находятся в состоянии покоя и отдыха.

Помещения 2-й категории – помещения, в которых люди заняты умственным трудом, учебной.

Помещения 3а категории – помещения с массовым пребыванием людей, в которых люди находятся преимущественно в положении сидя без уличной одежды.

Помещения 3б категории – помещения с массовым пребыванием людей, в которых люди находятся преимущественно в положении сидя в уличной одежде.

Помещения 3в категории – помещения с массовым пребыванием людей, в которых люди находятся преимущественно в положении стоя без уличной одежды.

Вентиляция

Помещения 4-й категории – помещения для занятий подвижными видами спорта.

Помещения 5-й категории – помещения, в которых люди находятся в полураздетом виде (раздевалки, процедурные кабинеты, кабинеты врачей и т.п.).

Помещения 6-й категории – помещения с временным пребыванием людей (вестибюли, гардеробные, коридоры, лестницы, санузлы, курительные, кладовые).

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в обслуживаемой зоне помещений жилых зданий и общежитий (ГОСТ 30494-2011)

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	оптимальная, не более	допустимая, не более
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
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 и ниже	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
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	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	НН	НН
	Вестибюль, лестничная клетка	16-18	14-20	15-17	13-19	НН	НН	НН	НН
	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.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в обслуживаемой зоне общественных и административных зданий (ГОСТ 30494-2011)

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	оптимальная, не более	допустимая, не более
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Холодный	1 категория	20-22	18-24	19-20	17-23	45-30	60	0,2	0,3
	2 категория	19-21	18-23	18-20	17-22	45-30	60	0,2	0,3
	3а категория	20-21	19-23	19-20	19-22	45-30	60	0,2	0,3
	3б категория	14-16	12-17	13-15	13-16	45-30	60	0,3	0,5
	3в категория	18-20	16-22	17-20	15-21	45-30	60	0,2	0,3
	4 категория	17-19	15-21	16-18	14-20	45-30	60	0,2	0,3
	5 категория	20-22	20-24	19-21	19-23	45-30	60	0,15	0,2
	6 категория	16-18	14-20	15-17	13-19	НН*	НН	НН	НН
	Ванные, душевые	24-26	18-28	23-25	17-27	НН	НН	0,15	0,2
Теплый	Помещения с постоянным пребыванием людей	23-25	18-28	22-24	19-27	60-30	65	0,15	0,25

НН* - не нормируется

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в обслуживаемой зоне детских дошкольных учреждений (ГОСТ 30494-2011)

Период года	Наименование помещения	Температура воздуха, °С		Результирующая температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
		оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая	оптимальная, не более	допустимая, не более
Холодный	Групповая раздельная туалет: -для ясельных и младших групп -для средних и дошкольных групп	21-23	20-24	20-22	19-23	45-30	60	0,1	0,15
		19-21	18-25	18-20	17-24	45-30	60	0,1	0,15
	Спальня: -для ясельных и младших групп -для средних и дошкольных групп	20-22	19-23	19-21	18-22	45-30	60	0,1	0,15
		19-21	18-23	18-22	17-22	45-30	60	0,1	0,15
	Вестибюль, лестничная клетка	18-20	16-22	17-19	15-21	НН	НН	НН	НН
Теплый	Групповые спальни	23-25	18-28	22-24	19-27	60-30	65	0,15	0,25

Примечание:

1. В помещениях кухни, ванной и кладовой параметры воздуха следует принимать по таблице для жилых зданий и общежитий.
2. Для детских дошкольных учреждений, расположенных в районах с температурой наиболее холодной пятидневки (обеспеченностью 0,92) минус 31 °С и ниже, допустимую расчетную температуру воздуха в помещении следует принимать на 1 °С выше указанной в таблице.

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

(СанПиН 2.2.4.548-96)

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia (до 139)	22-24	21-25	60-40	0,1
	Iб (140-174)	21-23	20-24	60-40	0,1
	IIa (175-232)	19-21	18-22	60-40	0,2
	IIб (233-290)	17-19	16-20	60-40	0,2
	III (более 290)	16-18	15-19	60-40	0,3
Теплый	Ia (до 139)	23-25	22-26	60-40	0,1
	Iб (140-174)	22-24	21-25	60-40	0,1
	IIa (175-233)	20-22	19-23	60-40	0,2
	IIб (233-290)	19-21	18-22	60-40	0,2
	III (более 290)	18-20	17-21	60-40	0,3

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

(СанПиН 2.2.4.548-96)

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		диапазон ниже оптимальных величин	диапазон выше оптимальных величин			для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более
Холодный	Ia (до 139)	20,0-21,9	24,1-25,0	19,0-26,0	15-75*	0,1	0,1
	Iб (140-174)	19,0-20,9	23,1-24,0	18,0-25,0	15-75	0,1	0,2
	IIa (175-232)	17,0-18,9	21,1-23,0	16,0-24,0	15-75	0,1	0,3
	IIб (233-290)	15,0-16,9	19,1-22,0	14,0-23,0	15-75	0,2	0,4
	III (более 290)	13,0-15,9	18,1-21,0	12,0-22,0	15-75	0,2	0,4
Теплый	Ia (до 139)	21,0-22,9	25,1-28,0	20,0-29,0	15-75*	0,1	0,2
	Iб (140-174)	20,0-21,9	24,1-28,0	19,0-29,0	15-75*	0,1	0,3
	IIa (175-232)	18,0-19,9	22,1-27,0	17,0-28,0	15-75*	0,1	0,4
	IIб (233-290)	16,0-18,9	21,1-27,0	15,0-28,0	15-75*	0,2	0,5
	III (более 290)	15,0-17,9	20,1-26,0	14,0-27,0	15-75*	0,2	0,5

- При температурах воздуха на рабочих местах 25 °С и выше максимально допустимые величины относительной влажности воздуха не должны выходить за пределы: 70% - при температуре воздуха 25 °С, 65% - при 26°С, 60% - при 27°С, 55% - при 28°С.
- При температурах воздуха 26 – 28 °С допустимая скорость движения воздуха в теплый период года должна соответствовать диапазону: 0,1- 0,2 м/с при категории работ Ia; 0,1-0,3 – при категории Ib; 0,2-0,4 – при категории IIa; 0,2-0,5 – при категории IIб и III.

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в обслуживаемой или рабочей зоне общественных, административно-бытовых и производственных помещений в теплый период года. (СП 60.13330.2012)

Назначение	Категория работ	Температура, °С			Скорость движения воздуха, м/с, не более	Относительная влажность воздуха, %, не более
		в обслуживаемой или рабочей зоне	на постоянных рабочих местах	на непостоянных рабочих местах		
1	2	3	4	5	6	7
Общественное, административно-бытовое	–	Не более чем на 3 °С выше расчетной температуры наружного воздуха (параметры А)*			0,5	65**
Производственное	Легкая:	На 4 °С выше расчетной температуры наружного воздуха (параметры А) и не более указанных в гр.4 и 5				
			28/31 28/31	30/32 30/32	0,2 0,3	75
	Ia Iб		27/30 27/30	29/31 29/31	0,4 0,5	
			26/29	28/30	0,6	
Средней тяжести: IIa IIб Тяжелая: III						

* Но не более 28 °С для общественных и административно-бытовых помещений с постоянным пребыванием людей и не более 33 °С для указанных помещений, расположенных в районах с расчетной температурой наружного воздуха (параметры А) 25 °С и выше.

** Допускается принимать до 75% в районах с расчетной относительной влажностью воздуха более 75% (параметры А).

Примечания

1 Нормы установлены для людей, находящихся в помещении более 2 ч непрерывно.

2 В таблице в графах 4 и 5 допустимые нормы внутреннего воздуха приведены в виде дроби:

в числителе - для районов с расчетной температурой наружного воздуха (параметры А) ниже 25 °С;

в знаменателе - для районов с расчетной температурой наружного воздуха (параметры А) 25 °С и выше.

3 Для помещений, расположенных в районах с расчетной температурой наружного воздуха (параметры А) ниже 25 °С, температуру на рабочих местах следует принимать не более указанной в числителе граф 4 и 5, с расчетной температурой 25 °С и выше - не более указанной в знаменателе граф 4 и 5.

4 Для районов с расчетной температурой наружного воздуха (параметры А) 18 °С и ниже вместо 4 °С, указанных в графе 3, допускается принимать 6 °С.

5 Нормативная разность температур между температурой на рабочих местах и температурой наружного воздуха (параметры А) 4 °С или 6 °С может быть увеличена при обосновании расчетом в соответствии с 5.4.

6 В районах с расчетной температурой наружного воздуха (параметры А) t , °С, на постоянных и непостоянных рабочих местах, превышающей:

а) 28 °С - на каждый градус разности температур ($t - 28$), °С, следует увеличивать скорость движения воздуха на 0,1 м/с, но не более чем на 0,3 м/с выше скорости, указанной в графе 6;

б) 24 °С - на каждый градус разности температур ($t - 24$), °С, допускается принимать относительную влажность воздуха на 5% ниже относительной влажности, указанной в графе 7.

7 В климатических зонах с высокой относительной влажностью воздуха (вблизи морей, озер и др.), а также при применении адиабатного увлажнения приточного воздуха для обеспечения на рабочих местах температур, указанных в графах 4 и 5, допускается принимать относительную влажность воздуха на 10% выше относительной влажности, определенной в соответствии с примечанием 6 б.



ПРИЛОЖЕНИЕ И

Адресная наклейка

Донской государственный технический университет

факультет «Инженерно-строительный»

Заочная форма обучения

=====

Студент _____ Адрес _____

группа _____ Шифр _____
(номер зачетной книжки)

Контрольная работа № _____

по _____

за _____ курс
