

Лекция 9. Микроклимат и тепловой режим помещений

- **Цель лекции** – изучение факторов и условий, формирующих тепловой микроклимат помещений и их тепловой режим.
- **Задачи лекции** состоят в изучении:
 - Теплообмена человека с окружающей средой;
 - Условий теплового комфорта человека в помещении;
 - Теплового режима помещений в теплый период года;
 - Теплового режима помещений в холодный период года.

Микроклимат помещения

- Термин «микроклимат помещения» характеризует тепловое состояние внутренней среды помещения, оказывающее воздействие на человека, и определяемое следующими параметрами:

t_{int} - температура внутреннего воздуха, °С, °К;

φ_{int} - относительная влажность внутреннего воздуха, %;

w_{int} - скорость движения воздуха, м/с;

τ_{cp} - средняя температура внутренних поверхностей ограждающих конструкций помещения, °С, °К.

условие теплового баланса человека

$$Q_{выр} = Q_{отв}$$

$Q_{выр}$ - количество теплоты, вырабатываемой человеком в единицу времени (тепловыделения человека), Вт ;

$Q_{отв}$ - количество теплоты, отводимой от тела человека в единицу времени, (тепловой поток от человека к окружающей среде), Вт.

Тепловой дискомфорт человека

При

$$Q_{\text{выр}} < Q_{\text{отв}}$$

человек испытывает субъективное ощущение холода:

При

$$Q_{\text{выр}} > Q_{\text{отв}}$$

человек испытывает субъективное ощущение перегрева.

- Количество теплоты, вырабатываемой организмом человека, $Q_{\text{выр}}$, определяется интенсивностью его физической нагрузки.
- Различают состояние покоя и три категории работы, разграниченные по тяжести на основе общих энергозатрат организма – легкая физическая работа, физическая работа средней тяжести и тяжелая физическая работа.

Отвод теплоты от тела человека в окружающую среду осуществляется посредством конвективного, Q_k , Вт, лучистого, Q_l , Вт, теплообмена, и посредством испарения влаги, $Q_{исп}$, Вт.

$$Q_{отв} = Q_k + Q_{изл} + Q_{исп}$$

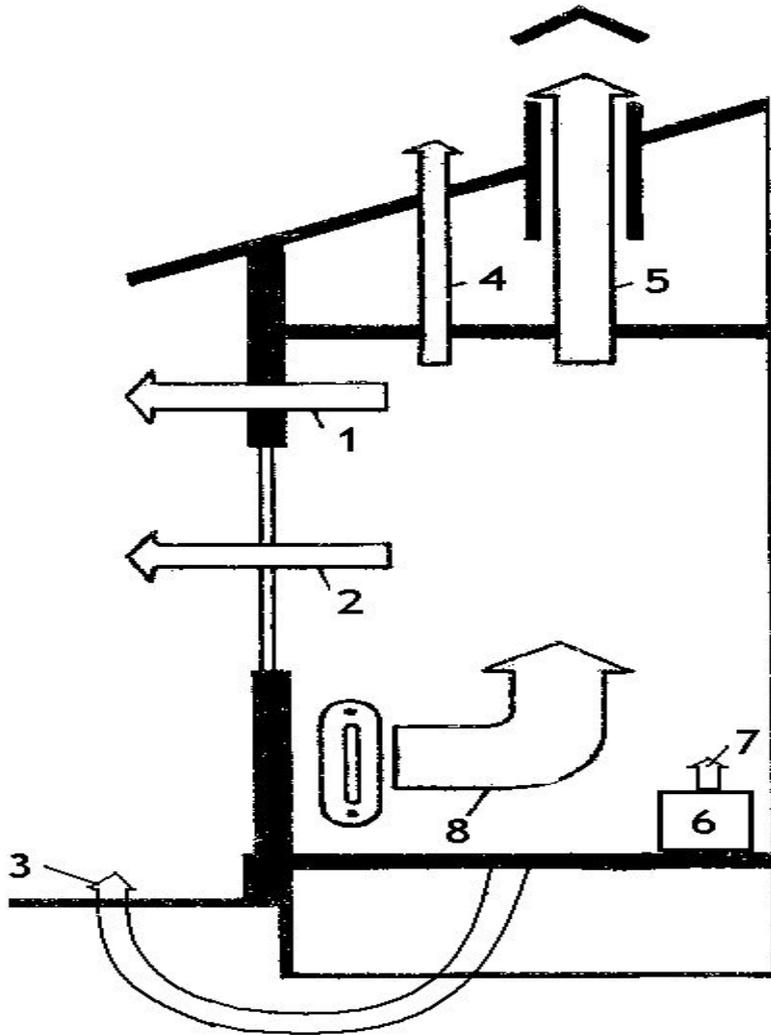
Расчетные параметры микроклимата в помещениях жилых зданий

| Период года | Наименование помещения | Температура воздуха, °С | | Результирующая температура, °С | | Относительная влажность, % | | Скорость воздуха, м/с | |
|-------------|--|-------------------------|-------|--------------------------------|-------|----------------------------|---------------|-----------------------|---------------|
| | | Опт. | Доп. | Опт. | Доп. | Опт. | доп, не более | опт, не более | доп, не более |
| Хол. | Жилая комната | 20-22 | 18-24 | 19-20 | 17-23 | 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 |
| | Тепл. | Жилая комната | 22-25 | 20—28 | 22-24 | 18-27 | 60-30 | 65 | 0,2 |

Классификация помещений общественных зданий

- Помещения 1 категории — помещения, в которых люди в положении лежа или сидя находятся в состоянии покоя и отдыха.
- Помещения 2 категории — помещения, в которых люди заняты умственным трудом, учебой.
- 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.
- Помещения 4 категории — помещения для занятий подвижными видами спорта.
- Помещения 5 категории — помещения, в которых люди находятся в полураздетом виде (раздевалки, процедурные кабинеты, кабинеты врачей и т.п.).
- Помещения 6 категории — помещения с временным пребыванием людей (вестибюли, гардеробные, коридоры, лестницы, санузлы, курительные, кладовые).

Тепловой режим помещений в холодный период года



- Составляющие теплового баланса помещения в холодный период года.
- 1 – теплопотери через наружные стены;
 - 2 – теплопотери через окна;
 - 3 – теплопотери через пол;
 - 4 – теплопотери через конструкции перекрытия и кровли;
 - 5 – потери теплоты с воздухом, удаляемым из помещения;
 - 6 – источник теплоступлений; 7 – теплоступления в помещение;
 - 8 – теплоступления от отопительной установки.

Теплопотери через наружные ограждающие конструкции

$$Q_{\text{ОГР}} = \frac{A}{R_{\text{О}}} (t_p - t_{\text{ext}}) (1 + \beta) n$$

A - площадь ограждения, м²;

t_p , t_{ext} - расчетные температуры внутреннего и наружного воздуха в холодный период года, °С;

$R_{\text{О}}$ - приведенное сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции, м² · °С / Вт;

β - коэффициент, учитывающий добавочные потери теплоты, связанные с ориентацией вертикальных ограждений, наличием двух и более наружных стен или наружных дверей;

n - коэффициент, характеризующий положение ограждения по отношению к наружному воздуху.

Затраты теплоты на нагрев инфильтрирующегося воздуха

$$Q_I = 0,84 A_n (t_p - t_{ext})$$

A_n - площадь помещения,
 m^2 .

Теплопотери помещения

$$Q_{\Pi} = \sum Q_{\text{ОГР}} + Q_I$$

$\sum Q_{\text{ОГР}}$ - сумма теплопотерь через наружные ограждающие конструкции помещения, $Вт$;

Расчетная тепловая мощность отопления помещения

$$Q_{от.п} = Q_{П} - Q_{т.п}$$

$Q_{от.п}$ - требуемая тепловая мощность отопления помещения, *Вт*;

$Q_{т.п}$ - тепловая мощность других внутренних источников
теплоты в помещении, *Вт*

Определение отопительных нагрузок зданий по удельным показателям

$$Q_{зд\text{сут}} = q_h^{rbq} A_{зд} (t_p - t_{ext})$$

$A_{зд}$ – общая площадь отапливаемых помещений здания, м₂;

q_h^{req} – нормируемый удельный суточный расход тепловой энергии на отопление, кДж/(м² · °С · сут).

**Нормируемый удельный расход тепловой энергии на
отопление жилых многоквартирных домов, $\text{кДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{сут})$**

| Отапливаемая площадь домов, м^2 | С числом этажей | | | |
|---|-----------------|-----|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 60 и менее | 140 | — | — | — |
| 100 | 125 | 135 | — | — |
| 150 | 110 | 120 | 130 | — |
| 250 | 100 | 105 | 110 | 115 |
| 400 | — | 90 | 95 | 100 |
| 600 | — | 80 | 85 | 90 |
| 1000 и более | — | 70 | 75 | 80 |

Нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление зданий, кДж/(м²·°С·сут)

| Типы зданий | Этажность зданий | | | | | |
|-----------------------------------|------------------------------------|------|-----|-----|-----------|-----------|
| | 1-3 | 4, 5 | 6,7 | 8,9 | 10, 11 | 12 и выше |
| Жилые, гостиницы, общежития | Как для одноквартирных домов | 85 | 80 | 76 | 72 | 70 |

Расчет требуемой тепловой мощности для отопления жилых и общественных зданий

$$Q_{от.зд} = q_h A_{зд} (t_p - t_{ext})$$

q_h - удельный показатель тепловой мощности
отопления Вт/(м² · °С .

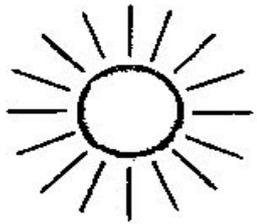
Удельный показатель требуемой тепловой мощности отопления жилых многоквартирных домов, Вт/(м²·°С)

| Отапливаемая площадь домов, м ² | С числом этажей | | | |
|--|-----------------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 60 и менее | 1,68 | — | — | — |
| 100 | 1,5 | 1,62 | — | — |
| 150 | 1,32 | 1,44 | 1,56 | — |
| 250 | 1,20 | 1,26 | 1,32 | 1,38 |
| 400 | — | 1,08 | 1,14 | 1,20 |
| 600 | — | 0,96 | 1,02 | 1,08 |
| 1000 и более | — | 0,84 | 0,9 | 0,96 |

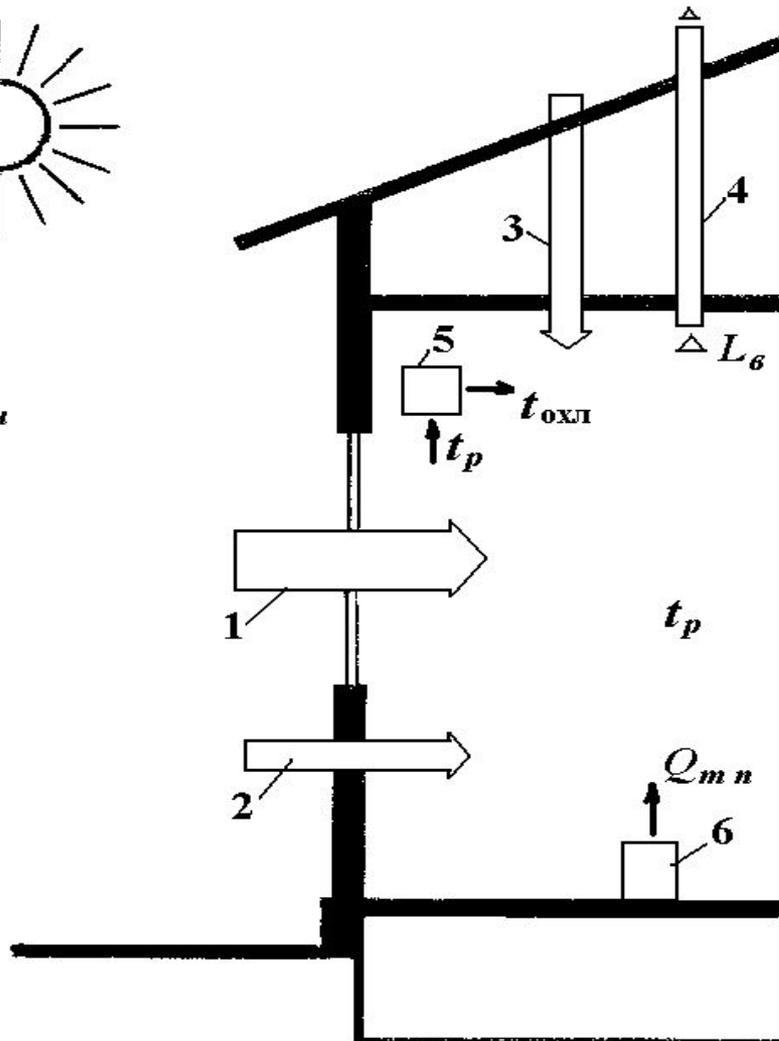
Удельный показатель требуемой тепловой мощности отопления жилых зданий , Вт/(м²·°С)

| Типы зданий | Этажность зданий | | | | | |
|-----------------------------------|--|------|------|-------|-------|--------------|
| | 1-3 | 4, 5 | 6,7 | 8,9 | 10,11 | 12 и выше |
| Жилые, гостиницы, общежития | Как для однокварт ирных домов | 1,02 | 0,96 | 0,912 | 0,864 | 0,84 |

Тепловой режим помещений в теплый период года



t_n



• **Схема теплового баланса помещения в теплый период года.**

- 1 – тепlopоступления от солнечной радиации через световые проемы;
- 2 - тепlopоступления от солнечной радиации через стены;
- 3 – тепlopоступления от солнечной радиации через покрытие;
- 4 – удаление воздуха из помещения;
- 5 – воздухоохладитель;
- 6 – внутренние источники теплоты.

Литература к лекции 9

1. Инженерное оборудование зданий и сооружений: Учеб. для вузов по спец. «Архитектура»/ Ю.А. Табунщиков, Л.П. Голубничий, Ю.Н. Ефимов и др.; Под ред. Ю.А. Табунщикова. – М.: Высш. шк., 1989. – 238 с.
2. Инженерные сети, оборудование зданий и сооружений: Учебник/Е.Н. Бухаркин, В.М. Овсянников, К.С. Орлов и др.; Под ред. Ю.П. Соснина. – М.: Высшая школа, 2001. – 415 с.
3. Т.А. Маркус, Э.Н. Моррис. Здания, климат и энергия. – М.: Гидрометеоиздат, 1985. – 343 с.
4. Михеев А.П., Береговой А.М., Петрянина Л.Н. Проектирование зданий и застройки населённых мест с учётом климата и энергосбережения. М.: Ассоциация строительных ВУЗов, 2002.
5. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика: Учебное пособие. – М.: «Евроклимат», изд. «Арина», 2000. – 416 с.
6. СНиП 23-01-99 (2003). Строительная климатология.
7. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий.
8. СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование.
9. СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий.
10. ГОСТ 30494-96. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.
11. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Физические факторы производственной среды.