

# Строительная теплотехника

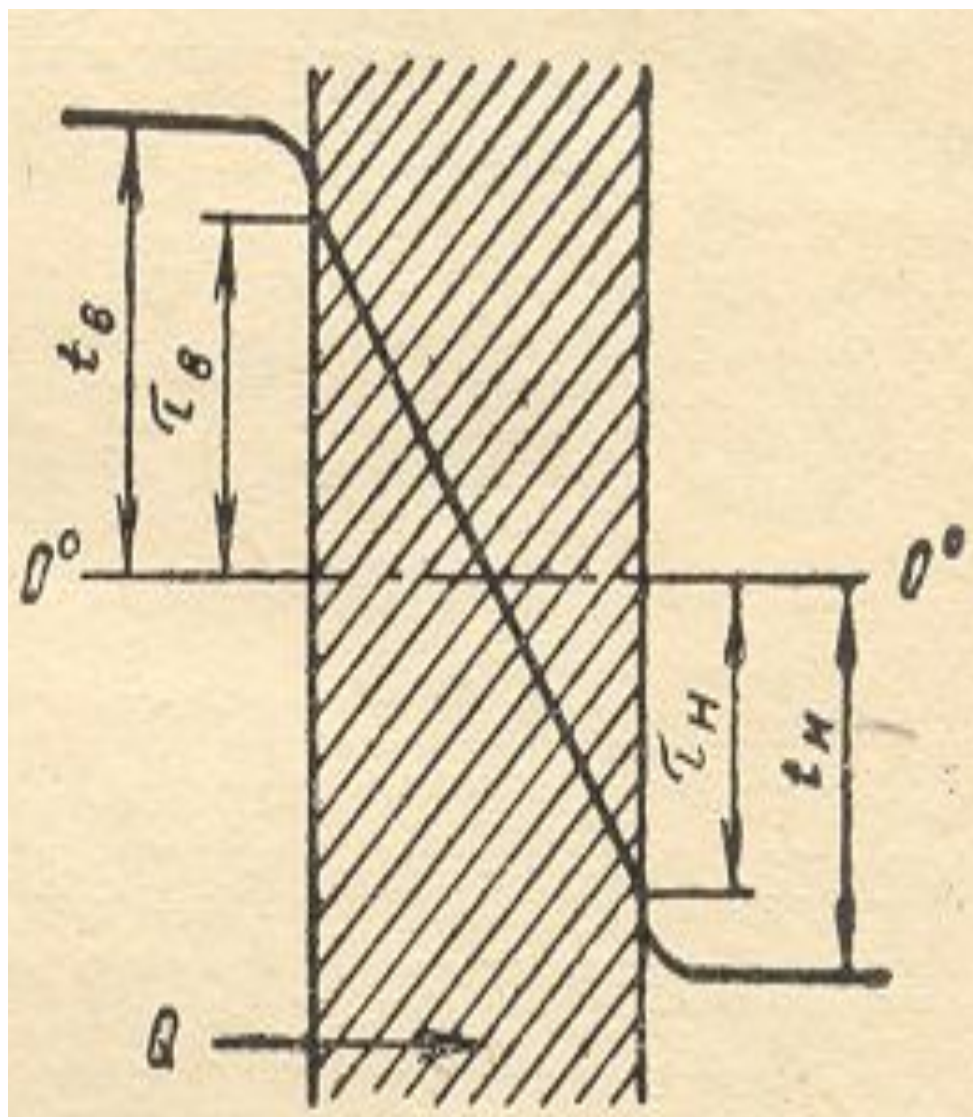
Преподаватель

Соколов Александр Николаевич

## Лекция 4 - Тезисы

- Теплопередача при установившихся условиях
- Сопротивление теплопередаче
- Расчёт температуры в ограждении
- Нормирование сопротивления теплопередаче

# Изменение температуры в однородной стене



# Коэффициент теплопередачи

$$k = \frac{q}{t_{\text{в}} - t_{\text{н}}} \left[ \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \text{К}} \right]$$

$$k^{tr} = \frac{q}{t_{\text{int}} - t_{\text{ext}}} \left[ \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \text{К}} \right]$$

## Сопротивление теплопередаче

$$R_0 = \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{н}}}{q} \left[ \frac{\text{м}^2 \text{К}}{\text{Втм}} \right]$$

Термическое (тепловое) сопротивление

$$R = \frac{\delta}{\lambda \tau} \left[ \frac{M^2 K}{Bm} \right]$$

$$R_k = R_1 + R_2 + \dots$$

Сопротивление теплопередачи у  
внутренней и наружной поверхности

$$R_{\theta} = \frac{1}{\alpha_{\theta}} \left[ \frac{m^2 K}{Bm} \right] \quad R_{si} = \frac{1}{\alpha_{si}}$$

$$R_{H} = \frac{1}{\alpha_{H}} \left[ \frac{m^2 K}{Bm} \right] \quad R_{se} = \frac{1}{\alpha_{se}}$$

# Коэффициенты теплоотдачи

$$\alpha_{\text{в}} [\text{Вт}/(\text{м}^2\text{К})]$$

$$\alpha_{\text{н}} [\text{Вт}/(\text{м}^2\text{К})]$$



Количество тепла

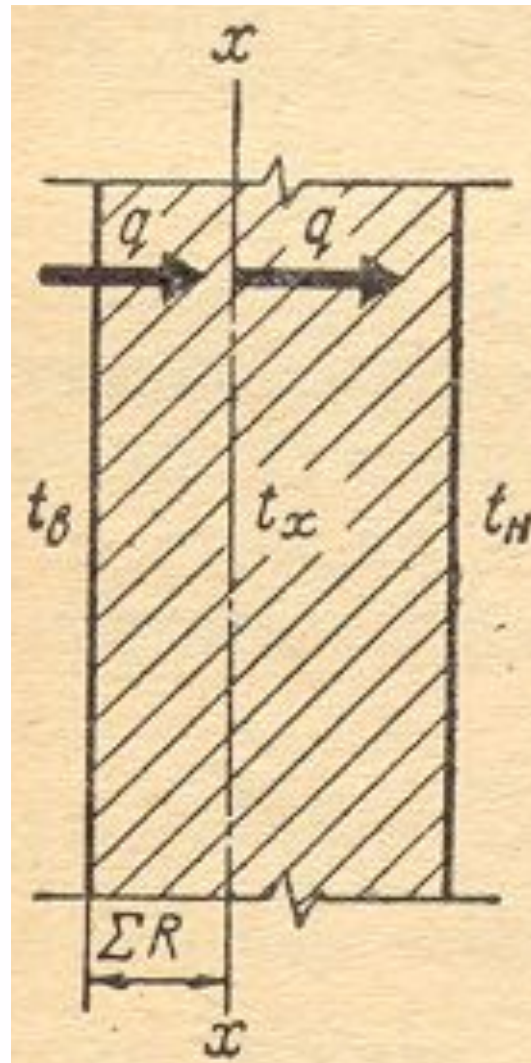
$$q = \alpha_{\text{В}} \cdot (t_{\text{В}} - \tau_{\text{В}})$$

$$q = \alpha_{\text{Н}} \cdot (t_{\text{Н}} - \tau_{\text{Н}})$$

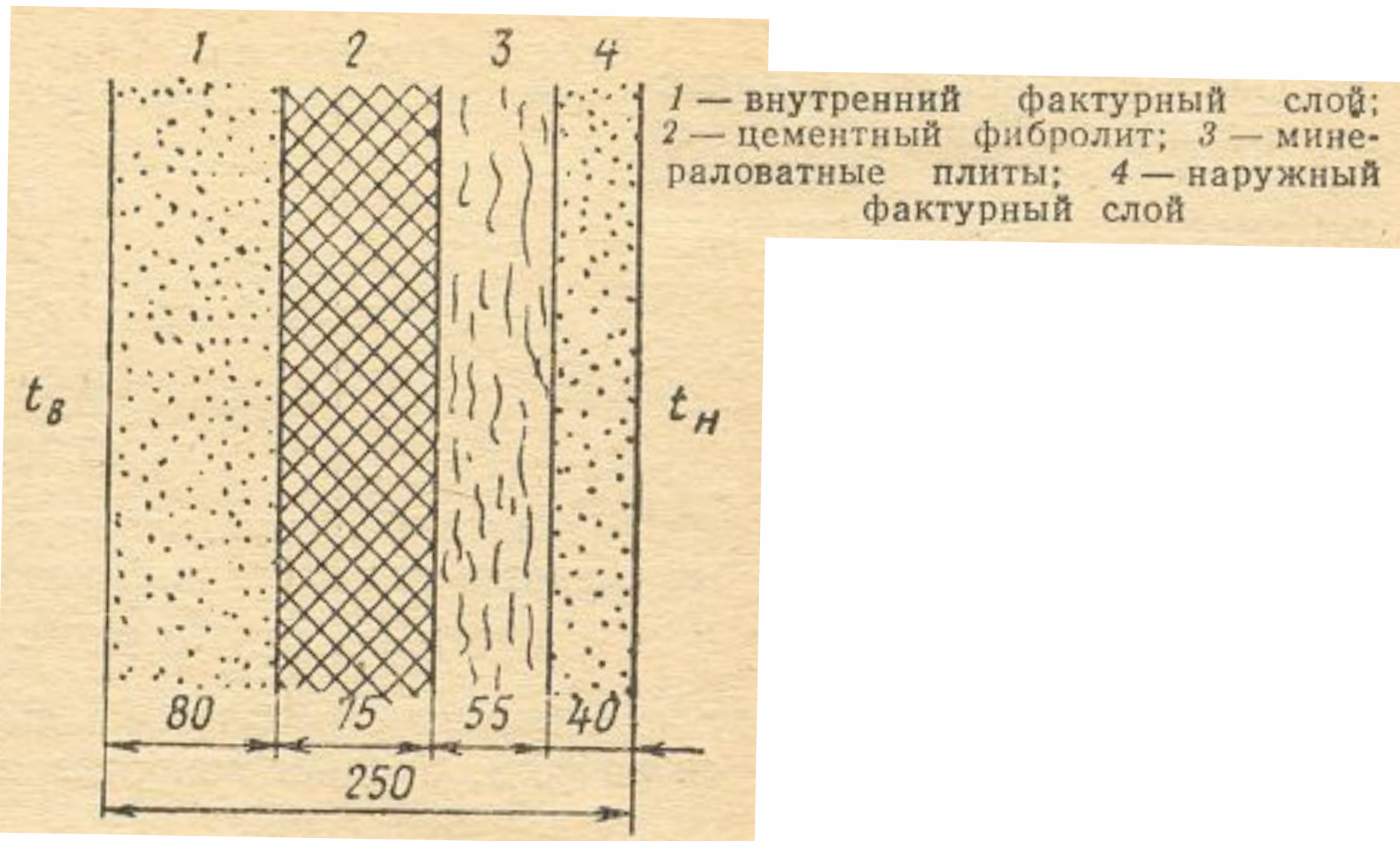
$$R_0 = R_e + R + R_H$$

$$R_0 = R_{si} + R_k + R_{se}$$

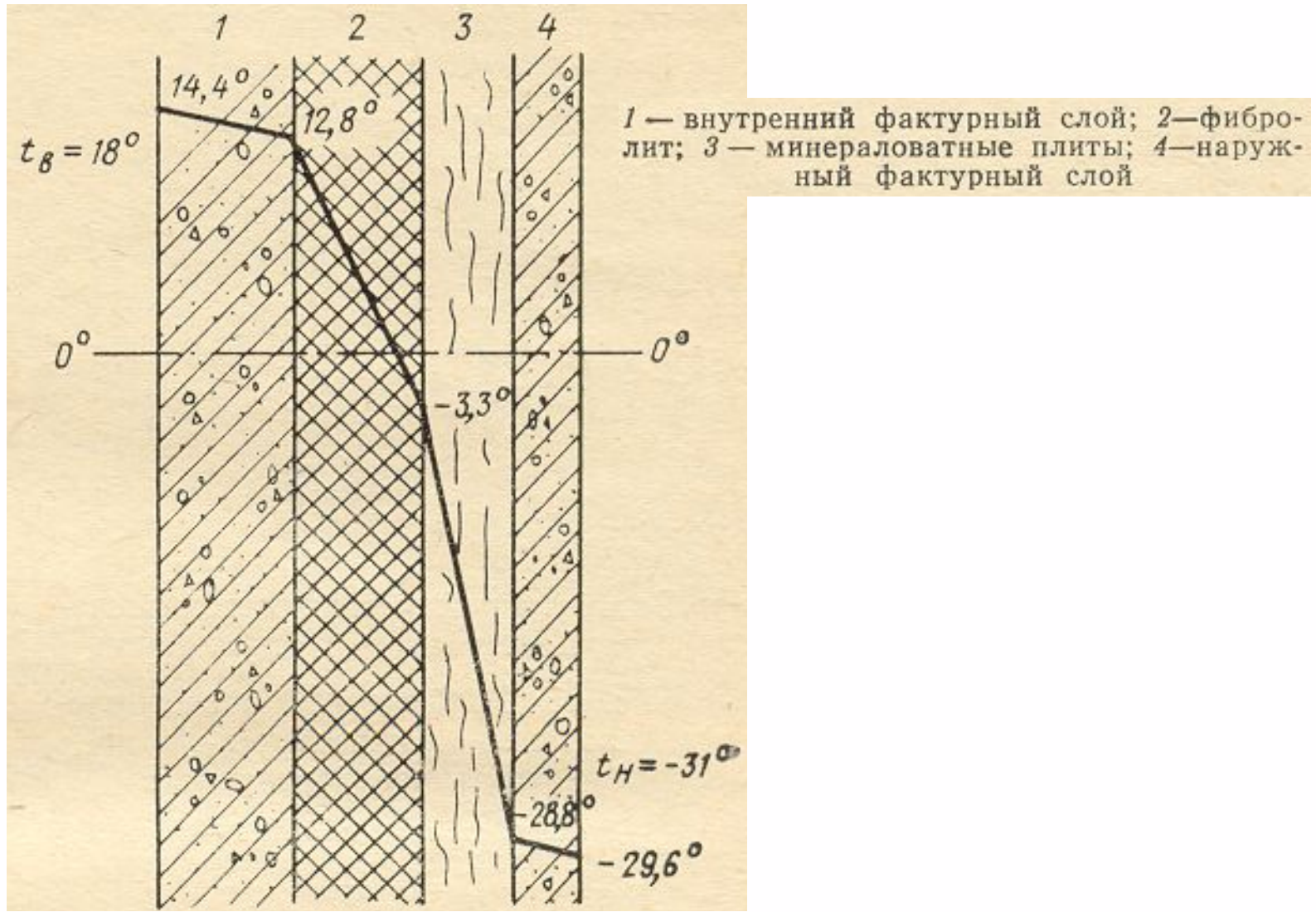
# Произвольное сечение $x$ внутри конструкции



# Наружная стеновая панель дома серии 1605АМ

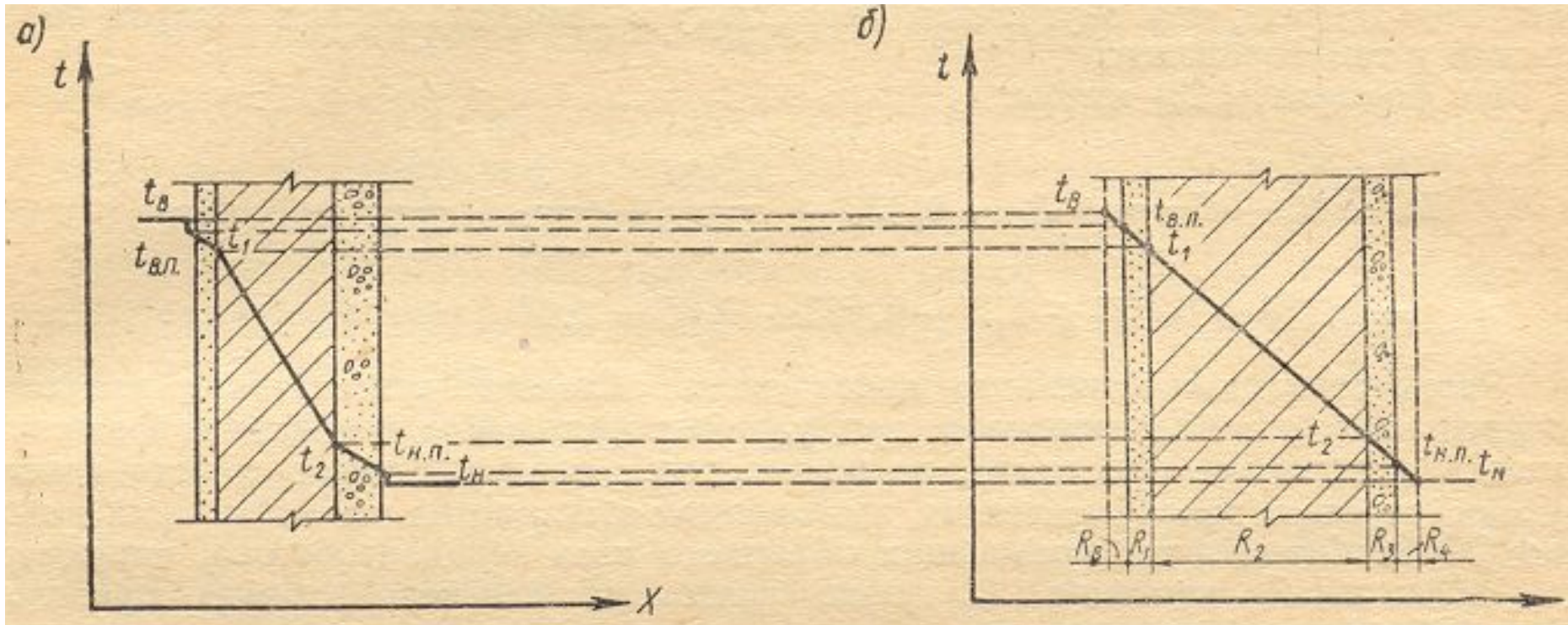


# Изменение температуры (в °С) в наружной стеновой панели





# Схема распределения температур внутри слоистой ограждающей конструкции, при установившемся потоке тепла



а — в конструкции, изображенной в масштабе реальных толщин отдельных слоев; б — в конструкции, изображенной в масштабе термических сопротивлений отдельных слоев

# Три показателя тепловой защиты

- Приведённое сопротивление теплопередаче отдельных элементов ОК  
*(не менее нормируемых значений)*
- Температурный перепад между внутренним воздухом и внутренней поверхностью ОК, обеспечивающий отсутствие конденсата  
*(не более нормируемых значений)*
- Удельный расход тепловой энергии на отопление здания  
*(не более нормируемых значений)*



## Градусо-сутки отопительного периода

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{от пер}}) \cdot z_{\text{от пер}}$$

$t_{\text{в}}$  – температура внутреннего воздуха

$t_{\text{от пер}}$  – средняя температура отопительного периода  
(среднесуточная температура менее  $+8^{\circ}\text{C}$ )

$z_{\text{от пер}}$  – продолжительно отопительного периода в сутках

$$D_d = (t_{\text{int}} - t_{\text{ht}}) \cdot z_{\text{ht}}$$

Таблица 16\*

Здания и помещения	Градусо-сутки отопительного периода, ° °С · сут	Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций $R_0^{TP}$ , м <sup>2</sup> · °С/Вт				
		стен	покрытий и перекрытий над проездами	перекрытий чердачных, над хо- лодными подпольями и подвалами	окон и бал- конных дверей	фонарей
Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты	2000	2,1	3,2	2,8	0,35	0,25
	4000	2,8	4,2	3,7	0,40	0,30
	6000	3,5	5,2	4,6	0,45	0,35
	8000	4,2	6,2	5,5	0,50	0,40
	10000	4,9	7,2	6,4	0,55	0,45
	12000	5,6	8,2	7,3	0,60	0,50
Общественные, кроме указанных выше, административные и бытовые, за исключением помещений с влажным или мокрым режимом	2000	1,6	2,4	2,0	0,33	0,23
	4000	2,4	3,2	2,7	0,38	0,28
	6000	3,0	4,0	3,4	0,43	0,33
	8000	3,6	4,8	4,1	0,48	0,38
	10000	4,2	5,6	4,8	0,53	0,43
	12000	4,8	6,4	5,5	0,58	0,48
Производственные с сухим и нормальным режимами	2000	1,4	2,0	1,4	0,21	0,19
	4000	1,8	2,5	1,8	0,24	0,22
	6000	2,2	3,0	2,2	0,27	0,25
	8000	2,6	3,5	2,6	0,30	0,28
	10000	3,0	4,0	3,0	0,33	0,31
	12000	3,4	4,5	3,4	0,36	0,34

Примечание. Промежуточные значения  $R_0^{TP}$  следует определять интерполяцией.

Здания и помещения	Градусо-сутки отопительного периода, °С · сут	Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций $R_o^{TP}$ ; м <sup>2</sup> · °С/Вт			
		стен	покрытий и перекрытий над проездами	перекрытий чердачных, над холодными подпольями и подвалами	окон и балконных дверей
Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты	2000	2,1	3,2	2,8	0,35
	4000	2,8	4,2	3,7	0,40
	6000	3,5	5,2	4,6	0,45
	8000	4,2	6,2	5,5	0,50
	10000	4,9	7,2	6,4	0,55
	12000	5,6	8,2	7,3	0,60
Общественные, кроме указанных выше, административные и бытовые, за исключением помещений с влажным или мокрым режимом	2000	1,6	2,4	2,0	0,33
	4000	2,4	3,2	2,7	0,38
	6000	3,0	4,0	3,4	0,43
	8000	3,6	4,8	4,1	0,48
	10000	4,2	5,6	4,8	0,53
	12000	4,8	6,4	5,5	0,58

Требуемое сопротивление теплопередаче из условия санитарных норм

$$R_{0}^{\text{тр}} = \frac{n(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})}{\Delta t^{\text{н}} \alpha_{\text{в}}} = \frac{n(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})}{\Delta t^{\text{н}}} R_{\text{в}}$$

$$R_{\text{req}} = \frac{n(t_{\text{int}} - t_{\text{ext}})}{\Delta t_n \alpha_{\text{int}}}$$

Таблица 2\*

Здания и помещения	Нормируемый температурный перепад $\Delta t_n$ , °С, для		
	наружных стен	покрытий и чердачных перекрытий	перекрытий над проездами, подвалами и подпольями
1. Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты	4,0	3,0	2,0
2. Общественные, кроме указанных в п.1, административные и бытовые, за исключением помещений с влажным или мокрым режимом	4,5	4,0	2,5
3. Производственные с сухим и нормальным режимами	$t_a - t_p$ , но не более 7	$0,8(t_a - t_p)$ , но не более 6	2,5
4. Производственные и другие помещения с влажным или мокрым режимом	$(t_a - t_p)$	$0,8(t_a - t_p)$	2,5

Обозначения, принятые в табл. 2\*:

$t_a$  — то же, что в формуле (1);

$t_p$  — температура точки росы, °С, при расчетной температуре и относительной влажности внутреннего воздуха, принимаемым по ГОСТ 12.1.005—88, СНиП 2.04.05-91 и нормам проектирования соответствующих зданий и сооружений.

Таблица 2\*

Здания и помещения	Нормируемый температурный перепад $\Delta t_n$ , °С, для		
	наружных стен	покрытий и чердачных перекрытий	перекрытий над проездами, подвалами и подпольями
1. Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты	4,0	3,0	2,0
2. Общественные, кроме указанных в п.1, административные и бытовые, за исключением помещений с влажным или мокрым режимом	4,5	4,0	2,5

Таблица 3\*

Ограждающие конструкции	Коэффициент $n$
1. Наружные стены и покрытия (в том числе вентилируемые наружным воздухом), перекрытия чердачные (с кровлей из штучных материалов) и над проездами; перекрытия над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительной-климатической зоне	1
2. Перекрытия над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом; перекрытия чердачные (с кровлей из рулонных материалов); перекрытия над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительной-климатической зоне	0,9
3. Перекрытия над неотопливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах	0,75