

**ТЕПЛОЗАЩИТА**

# 1. Теплопотери различных типов домов

Приведенные значения имеют место в тех домах, к которым еще не предъявлялись требования современного законодательства по теплозащите.

## Рядовая секция дома блокированного типа



# 1. Теплопотери различных ТИПОВ ДОМОВ

Приведенные значения имеют место в тех домах, к которым еще не предъявлялись требования современного законодательства по теплозащите.



# 1. Теплотери различных типов домов

Приведенные значения имеют место в тех домах, к которым еще не предъявлялись требования современного законодательства по теплозащите.

Бунгало угловой тип в плане



## 2. Основные физические величины теплозащиты

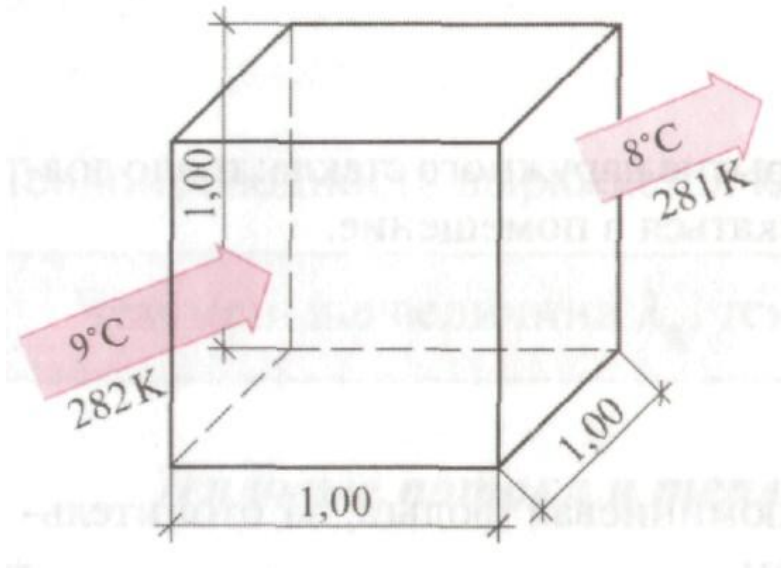
**Количество тепла  $Q$ :** единица Вт • с

Под количеством тепла  $Q$  (Вт • с) понимают такое количество энергии, которое может быть отдано или воспринято телом при тепловом потоке  $Q$  (Вт) за секунду (1с).

Количество тепла:  $1\text{Дж}=1\text{Вт} \cdot \text{с}=1\text{ Нм}$

Тепловой поток:  $1\text{Дж/с}=1\text{ Вт}=1\text{ Нм/с}$

## 2. Основные физические величины теплозащиты



## 2. Основные физические величины теплозащиты

### Теплопроводность $\lambda$

$\lambda$  — маленькая греческая буква  $\lambda$  (произносится ламбда). Расчетная величина теплопроводности показывает количество тепла в Вт • с, которое проходит в стационарном режиме (при постоянно работающем отоплении) в 1 секунду через  $1\text{ м}^2$  слоя материала толщиной 1 м, когда разница температур на внешней и внутренней поверхностях слоя составляет 1 Кельвин ( $1\text{ К}=1^\circ\text{ С}$ ).

Единица: Вт/(м • К) в России - Вт/(м • °С)

## 2. Основные физические величины теплозащиты

Теплопроводность зависит от:

- **Плотности материала**

Воздух имеет очень хорошие теплоизоляционные свойства ( $\lambda = 0,02$  Вт/м К).  
Материалы с малой плотностью имеют, как правило, много воздушных пор, которые улучшают их теплоизоляционные свойства.



## 2. Основные физические величины теплозащиты

Теплопроводность зависит от:

- **Вида величины и распределения пор**

Вид: круглые, шарообразные поры лучше, чем продолговатые. Величина: много маленьких пор лучше, чем меньшее количество больших.

Распределение: равномерное распределение лучше, чем неравномерное.

## 2. Основные физические величины теплозащиты

Теплопроводность зависит от:

- **Влагосодержания материала**

Оно зависит от:

- Структуры материала (поры, строение)
- Положения в конструкции (подход воздуха)
- Климатические воздействия (внутри—  
снаружи)

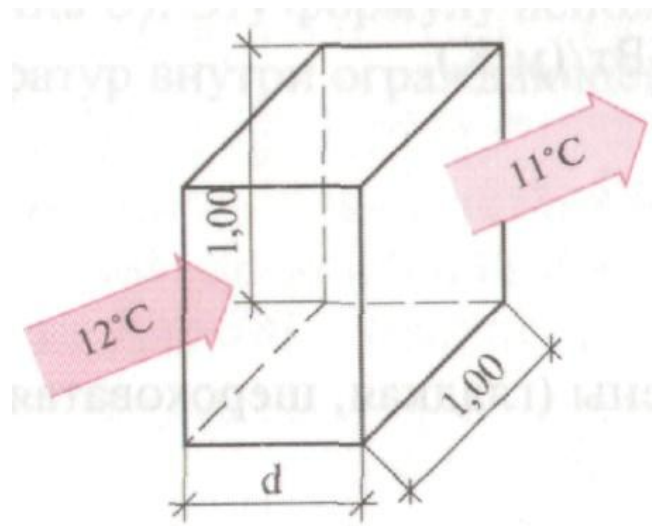
***Увлажнение ухудшает теплоизолирующую способность.***

## 2. Основные физические величины теплозащиты

### Температура материала.

Молекулы теплых материалов более подвижны, чем молекулы холодных материалов. Чем ниже температура материала, тем хуже теплопроводность. Чтобы получить сравнимые значения DIN 4108 предписывает определять теплопроводность при температуре +10°C.

## 2. Основные физические величины теплозащиты



# 3. Основные физические величины теплозащиты

**Коэффициент теплопередачи  $\Lambda^*$  .**

( $\Lambda$  — большая греческая буква Ламбда)

Коэффициент теплопередачи показывает, какое количество тепла ( $\text{Вт} \cdot \text{с}$ ) в стационарном режиме проходит через  $1\text{ м}^2$  элемента однородной ограждающей конструкции толщиной  $d$  (в м) за секунду, если разность температур поверхностей конструкции составляет 1 Кельвин ( $1\text{ К} = 1^\circ\text{С}$ ).

Единица:  $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К}$

По СНиП II-3-79\* обозначение  $\alpha_{\text{в}}$ ,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$  в табл 4

# 3. Основные физические величины теплозащиты

**Сопротивление теплопередачи R.**

Единица:  $R$  ( $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ ).

Для оценки ограждающей конструкции является определяющим не то, какое количество тепловой энергии она пропускает, а то, как велико ее сопротивление пропусканию тепла.

*Чем больше сопротивление теплопередаче конструкции, тем лучше ее теплоизолирующая способность.*

## 2. Основные физические величины теплозащиты

Если конструкция состоит из нескольких слоев, то сопротивления теплопередаче отдельных слоев могут складываться.

$$R_i = \frac{\text{Толщина отдельного слоя}}{\text{его коэффициент теплопроводности}}$$

$$R = \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{d_3}{\lambda_3} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n}$$

## 2. Основные физические величины теплозащиты

### Коэффициент теплообмена $h$ .

Коэффициент теплообмена  $h$  выражает количество тепла (в Вт • с) которое в секунду (С) обменивается между  $1\text{ м}^2$  поверхности твердого материала и касающимся его воздухом, когда разница температур между воздухом и поверхностью материала составляет 1 К.



## 2. Основные физические величины теплозащиты

Тогда, как в строительной конструкции тепло передается вследствие теплопроводности, на поверхностях стен теплопередача осуществляется за счет радиации  $h_s$  и конвекции  $h_k$ .

Так, например: зимой наружная стена внутри холоднее, чем внутренний воздух, тогда, как поверхность стены снаружи теплее наружного воздуха.

## 2. Основные физические величины теплозащиты

С внутренней стороны:  $h_i \approx h_k + h_s \approx 4 + 4$   
 $h_i \approx 8 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ К}).$

По СНиП II-3-79\* обозначение  $\alpha_B$ ,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ \text{С})$   
в табл.4\* = 8,7

С наружной стороны:  $h_e \approx h_k + h_s = 13 + 10$   
 $h_e \approx 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ К}).$

По СНиП II-3-79\* обозначение  $\alpha_H$ ,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ \text{С})$

в табл.6\* = 23

## 2. Основные физические величины теплозащиты

Коэффициент теплообмена зависит от:

- Температуры воздуха
- Движения воздуха
- Состояния и формы поверхности стены (гладкая, шероховатая)
- Положения ограждающей конструкции (горизонтально — вертикально)
- Конструктивного исполнения (однослойная — многослойная)

## 2. Основные физические

### величины теплозащиты

Общее сопротивление теплопередаче

$R_T$  (в СНиП II-3-79\* - R).

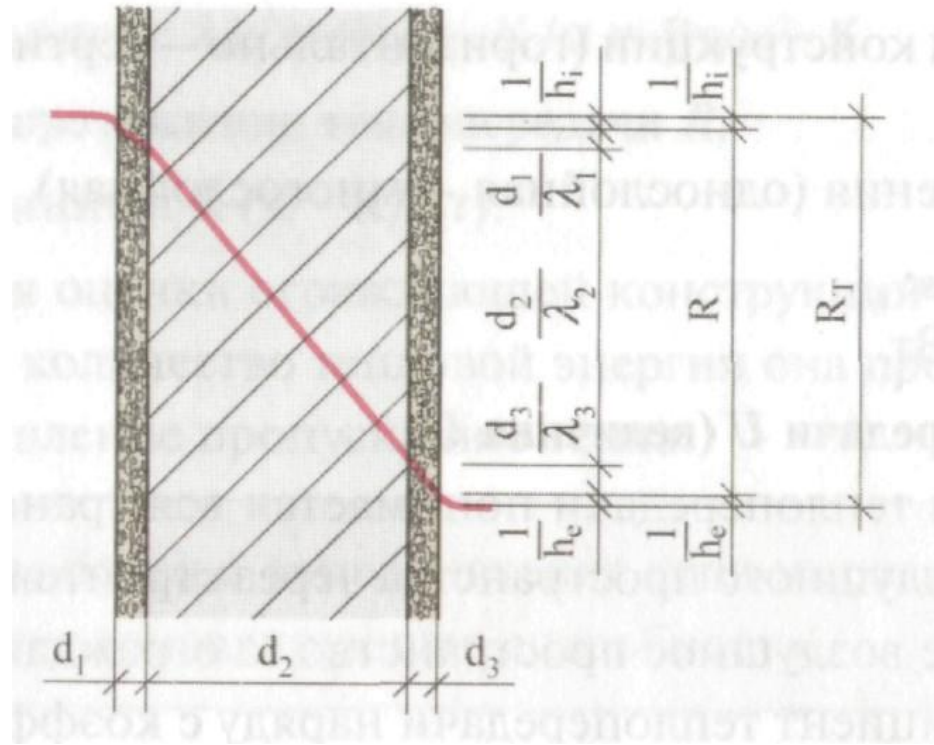
$$R_T = \frac{1}{h_i} + R + \frac{1}{h_e}$$

$$R_T = \frac{1}{h_i} + \underbrace{\frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{d_3}{\lambda_3} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n}} + \frac{1}{h_e}$$

R — сопротивление теплопередаче конструкции или термическое сопротивление.

Единица:  $\text{м}^2\text{К}/\text{Вт}$ .

## 2. Основные физические величины теплозащиты



Распределение температуры.

## 2. Основные физические величины теплозащиты

**Коэффициент удельной теплоемкости  
С.**

Под этим понимают количество тепла, которое необходимо для того, чтобы поднять температуру материала массой 1 кг на 1 Кельвин (1К). Единица: Вт • с/(кг • К) = Джоуль/кг • К)

### 3. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

*Расчет теплозащитных характеристик ограждающих конструкций зданий выполняется в соответствии с требованиями и по методикам, изложенным в СНиП 23-02-2003 "Тепловая защита зданий (взамен СНиП II-3-79\* "Строительная теплотехника «)*

# 3. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ



**ГОСТ 30494-96**  
**"Здания жилые и  
общественные.  
Параметры  
микроклимата в  
помещениях"**



### 3. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

При разработке свода правил  
использованы следующие  
зарубежные стандарты:

DIN EN 832 - Европейский стандарт.  
«Теплозащита зданий - расчеты  
энергопотребления на отопление -  
жилые здания»;

# 3. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Строительные нормы

Великобритании 1995 - часть L.

«Сбережение топлива и энергии»;

SAP BRE - Стандарт Великобритании.

«Государственная стандартная  
методика расчета энергопотребления  
в жилых зданиях»;

SS02 42 30 - Шведский стандарт.

«Конструкции из листовых  
материалов с теплопроводными

3. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ  
ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ  
Rt 2000 - Франция. «Постановление о  
теплотехнических характеристиках  
новых зданий и новых частей зданий»  
от 29.11.2000;

EnEV 2002 - ФРГ. «Постановление об  
энергосберегающей тепловой защите  
и энергосберегающих отопительных  
установках зданий» от 16.11.2001.

### 3. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

*Расчетные параметры окружающей среды для различных регионов принимаются по СНиП 23-01-99(2003) "Строительная климатология".*

### 3. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

*Значения теплотехнических характеристик строительных, в том числе теплоизоляционных, материалов в конструкциях под воздействием эксплуатационных факторов изменяются во времени и могут существенно отличаться от значений, получаемых при лабораторных испытаниях и*

*используемых в технических условиях*

### 3. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

*При проектировании используются  
расчетные значения коэффициента  
теплопроводности материалов  
ограждающих конструкций в  
условиях эксплуатации А и Б,  
приведенных в СНиП II-3-79\*.*

*Но лучше*

**СП 23-101-2004 Приложение Д !!!**

# 4. СОПРОТИВЛЕНИЕ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

*Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций определяется исходя из необходимости соблюдения санитарно-гигиенических требований, условий комфортности и требований энергосбережения.*

# 4. СОПРОТИВЛЕНИЕ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

## **Определение исходных данных**

Для определения требуемых климатических параметров составляют климатический паспорт района строительства.



# 4. СОПРОТИВЛЕНИЕ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ

## ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ Определение исходных данных

где  $t_{int}$  - 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),

# 4. СОПРОТИВЛЕНИЕ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ

## ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ Определение исходных данных

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;

# 4. СОПРОТИВЛЕНИЕ

## ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ

ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

$t_{ht}$ ,  $z_{ht}$  - 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

# 4. СОПРОТИВЛЕНИЕ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ

## ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ Расчетные исходные данные

Градусо-сутки отопительного периода  
 $D_d$  °С · сут, определяют по формуле

$$D_d = (t_{int} - t_{ht}) z_{ht},$$

# 4. СОПРОТИВЛЕНИЕ

## ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ

ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ  
Приведенное сопротивление

теплопередаче  $R_0$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ ,

ограждающих конструкций, а также окон и фонарей (с вертикальным остеклением или с углом наклона более  $45^\circ$ ) следует принимать не менее нормируемых значений  $R_{red}$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , определяемых по таблице 4 в зависимости от градусо-суток района строительства  $D_d$ ,  $\text{°C} \cdot \text{сут}$ .

# 4. СОПРОТИВЛЕНИЕ

## ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ

### ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

### Суммарное термическое сопротивление

$R_{\text{сум}}$  ограждающей конструкции с последовательно расположенными слоями следует определять как сумму термических сопротивлений отдельных слоев по формуле:

$$R_{\text{сум}} = R_1 + R_2 + R_3$$

## 4. СОПРОТИВЛЕНИЕ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ

### ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ Термическое сопротивление

отдельного слоя многослойной  
ограждающей конструкции  
определяется по формуле:

$$R=d/\lambda,$$

где  $d$  - толщина слоя, м;

$\lambda$  - расчетный коэффициент  
теплопроводности материала слоя,  
Вт/(м<sup>0</sup>С).

# 4. СОПРОТИВЛЕНИЕ

## ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ

### ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

*Приведенное сопротивление*  
*теплопередаче*  $R_0$  многослойной

ограждающей конструкции с  
однородными слоями определяют по  
формуле

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_{\text{int}}} + R_{\text{сум}} + \frac{1}{\alpha_{\text{ext}}}$$



# 4. СОПРОТИВЛЕНИЕ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ

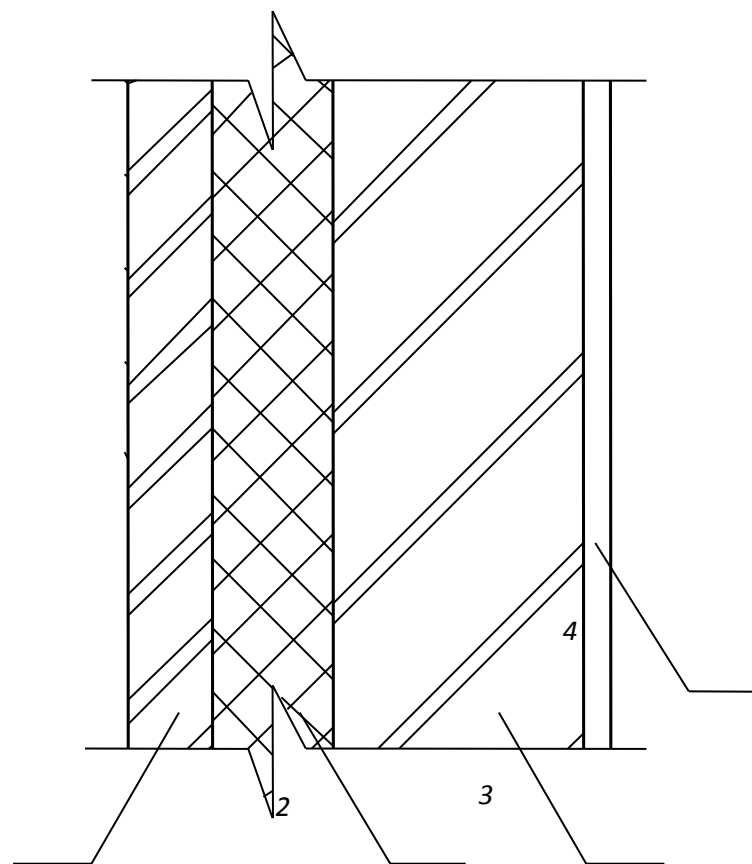
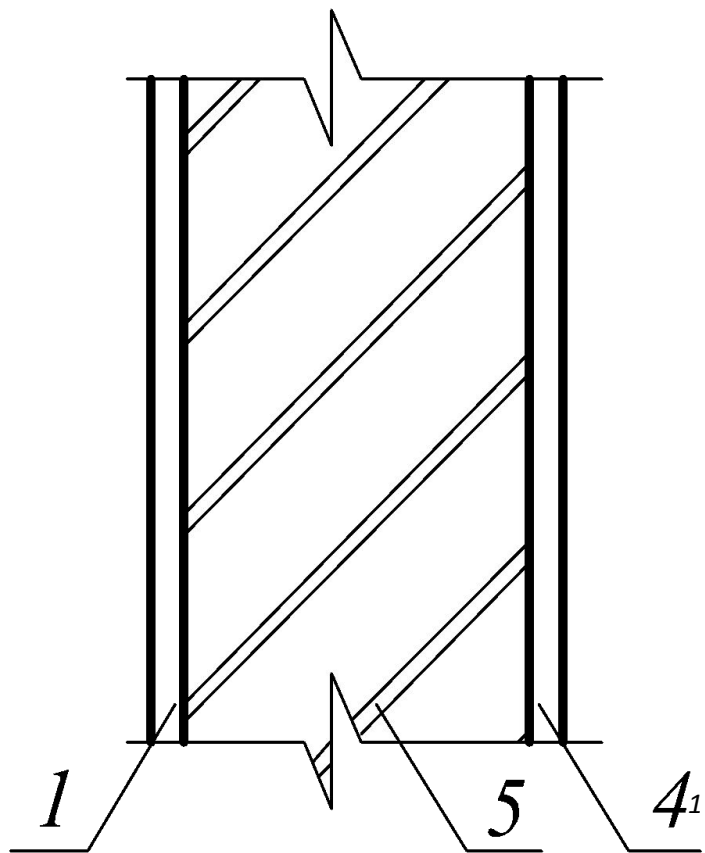
**ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ**  
где  $\alpha_{int}$  – коэффициент теплопередачи  
внутренней поверхности ограждающей  
конструкции, принимаемый по таблице  
7(СНиП);

$\alpha_{ext}$  – коэффициент теплоотдачи  
наружной поверхности ограждающей  
конструкции для условий холодного  
периода, приведен в таблице 10 (По СНиП  
II-3-79\* обозначение  $\alpha_n$ , Вт/(м<sup>2</sup> °С) в  
табл.6\*)

# 4. СОПРОТИВЛЕНИЕ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_{\text{int}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_{\text{ext}}}$$

# 5. ЗАДАЧИ



# 5. ЗАДАЧИ

