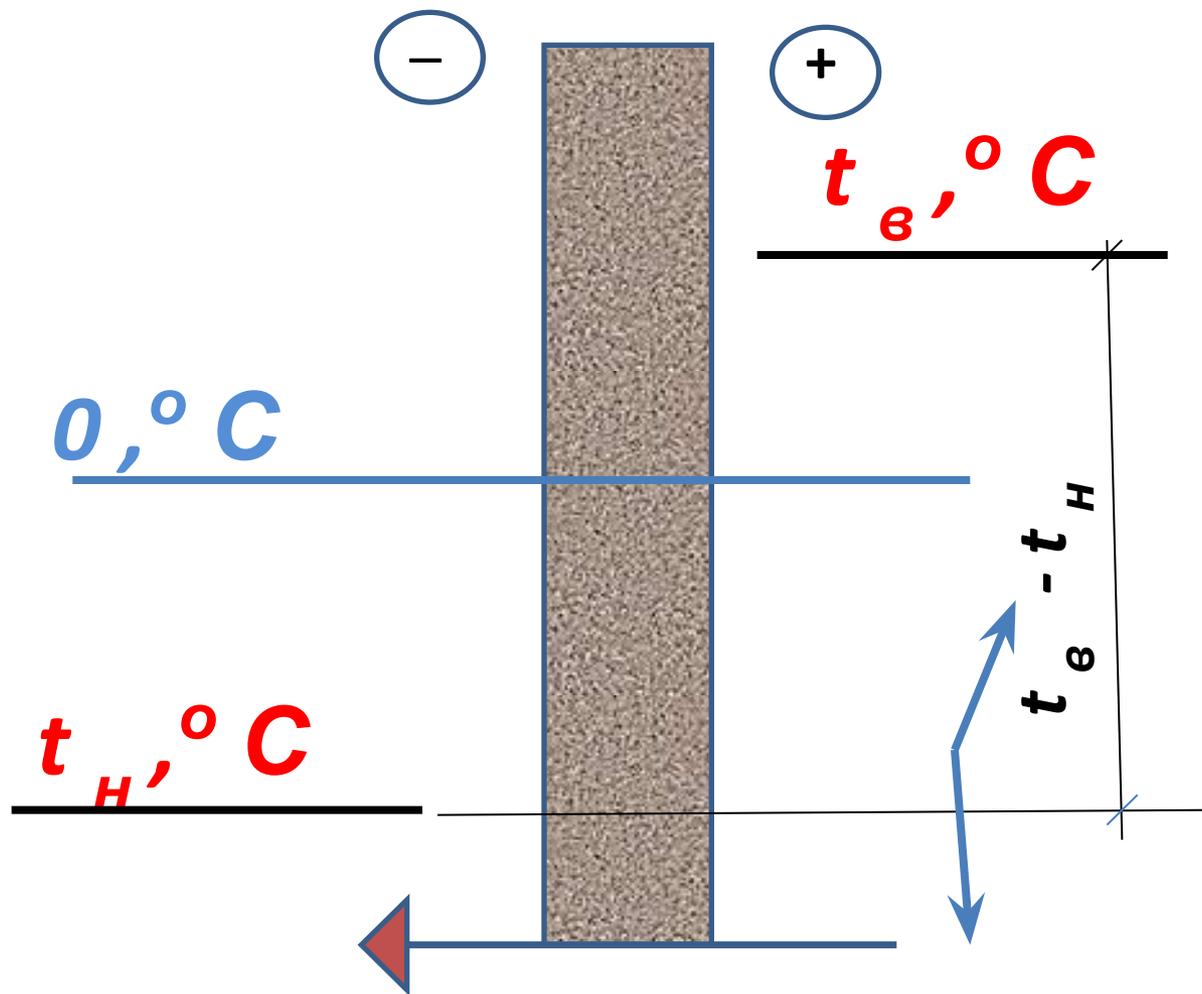


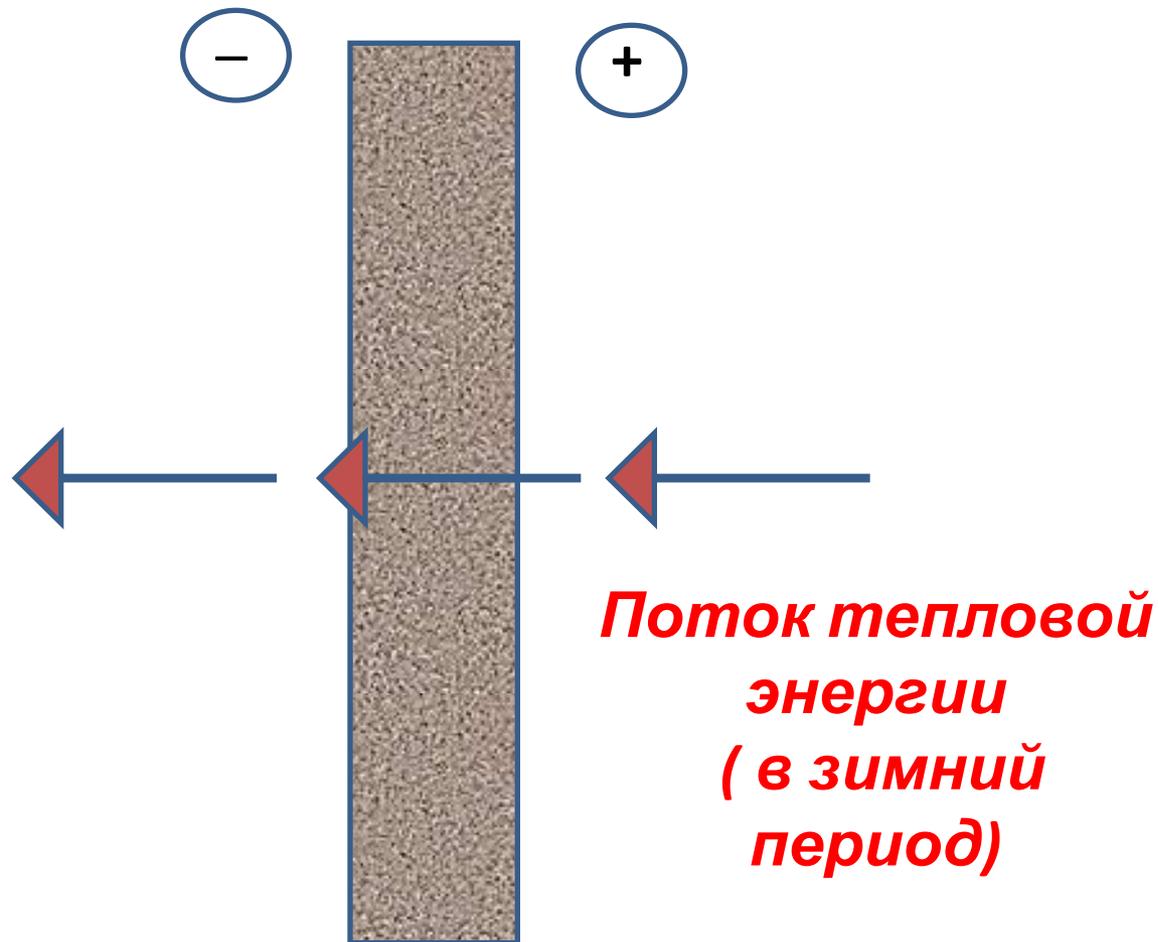
**ТЕПЛООБМЕН  
через  
ограждающую  
конструкцию**



**Поток тепловой энергии**



**этот перепад температур  
вызывает процесс  
ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ  
через ограждение,  
т.е. прохождение через него  
теплового потока**



Наружная  
среда

$t_{\text{н}}, \text{ } ^\circ$   
 $C_{\text{н}}$

—



+

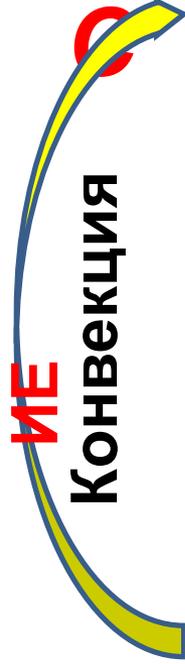
Внутренняя  
среда

$t_{\text{в}}, \text{ } ^\circ$   
 $C_{\text{в}}$

ТЕПЛОВОСПРИЯТ

ИЕ

Конвекция



Излучение



Наружная  
среда

$t_{\text{н}}, ^\circ$   
 $C$

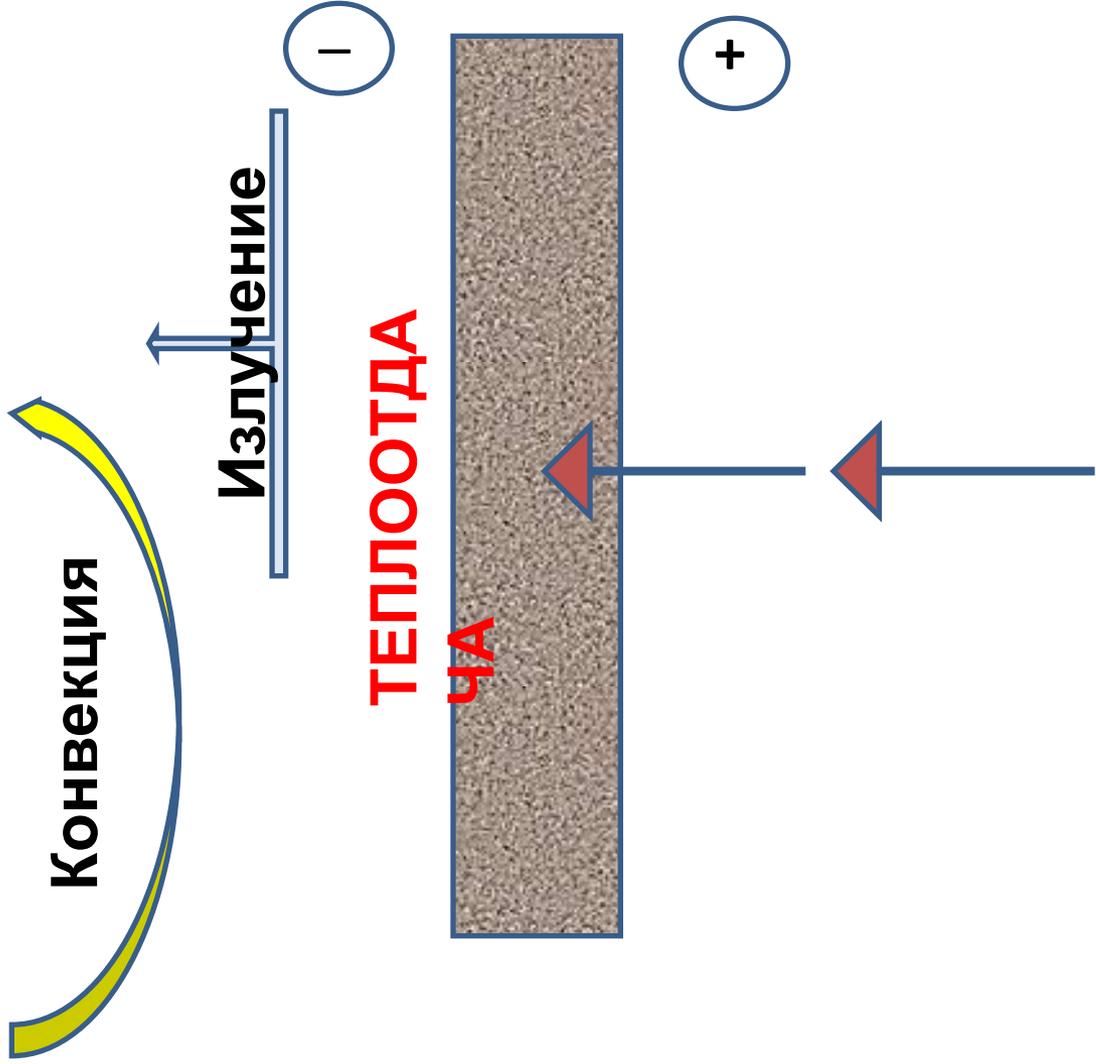
—

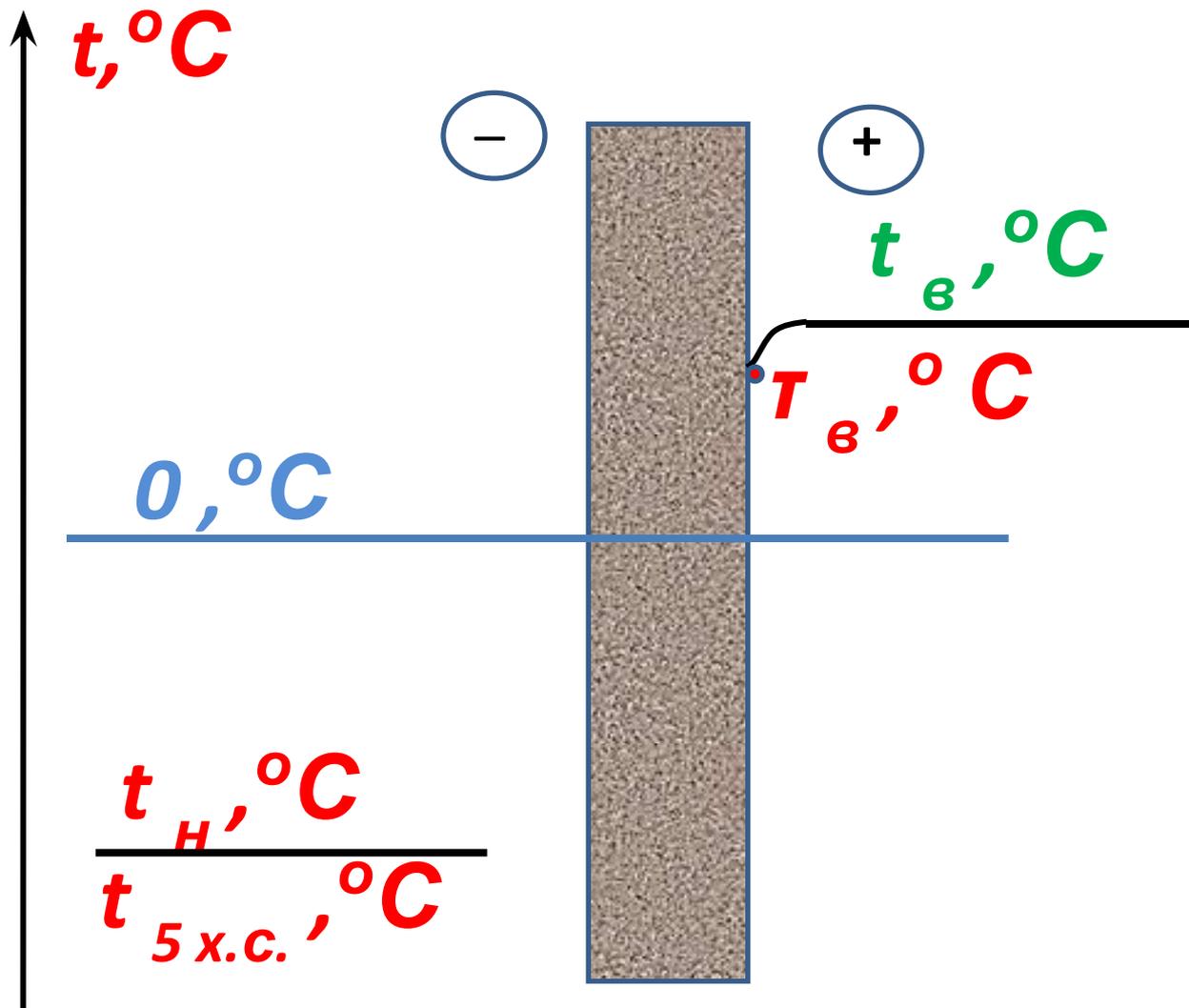


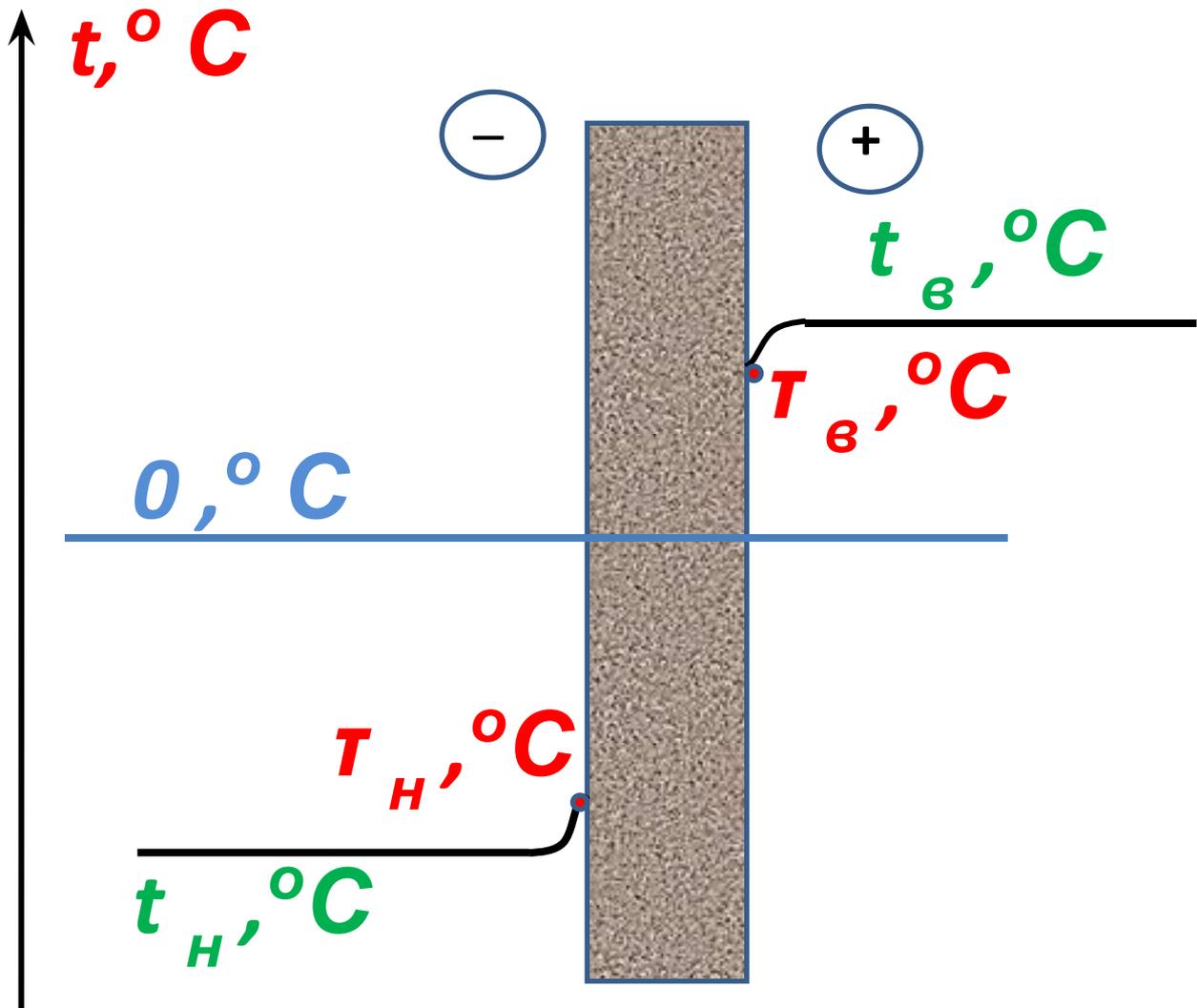
Внутренняя  
среда

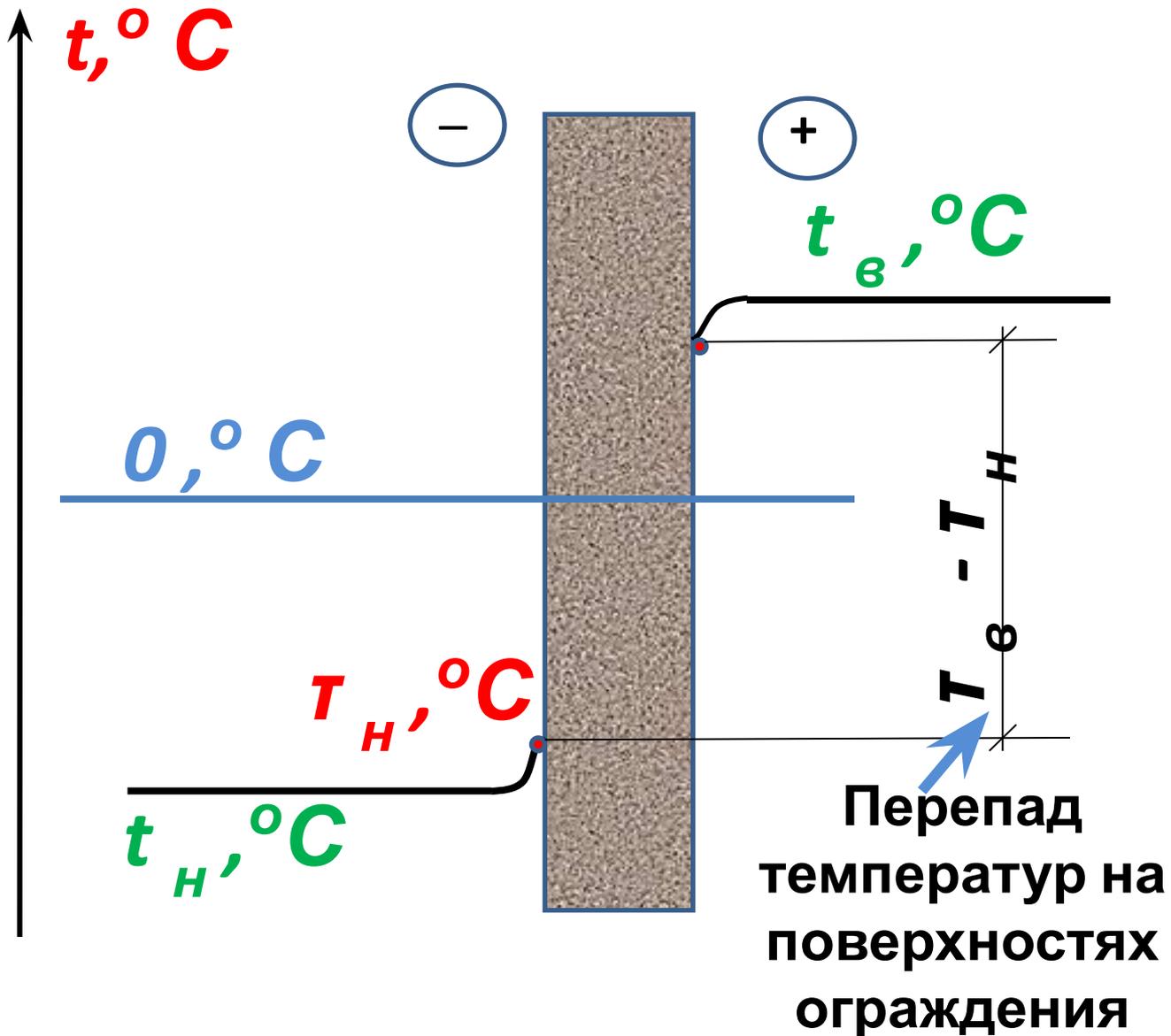
$t_{\text{в}}, ^\circ$   
 $C$

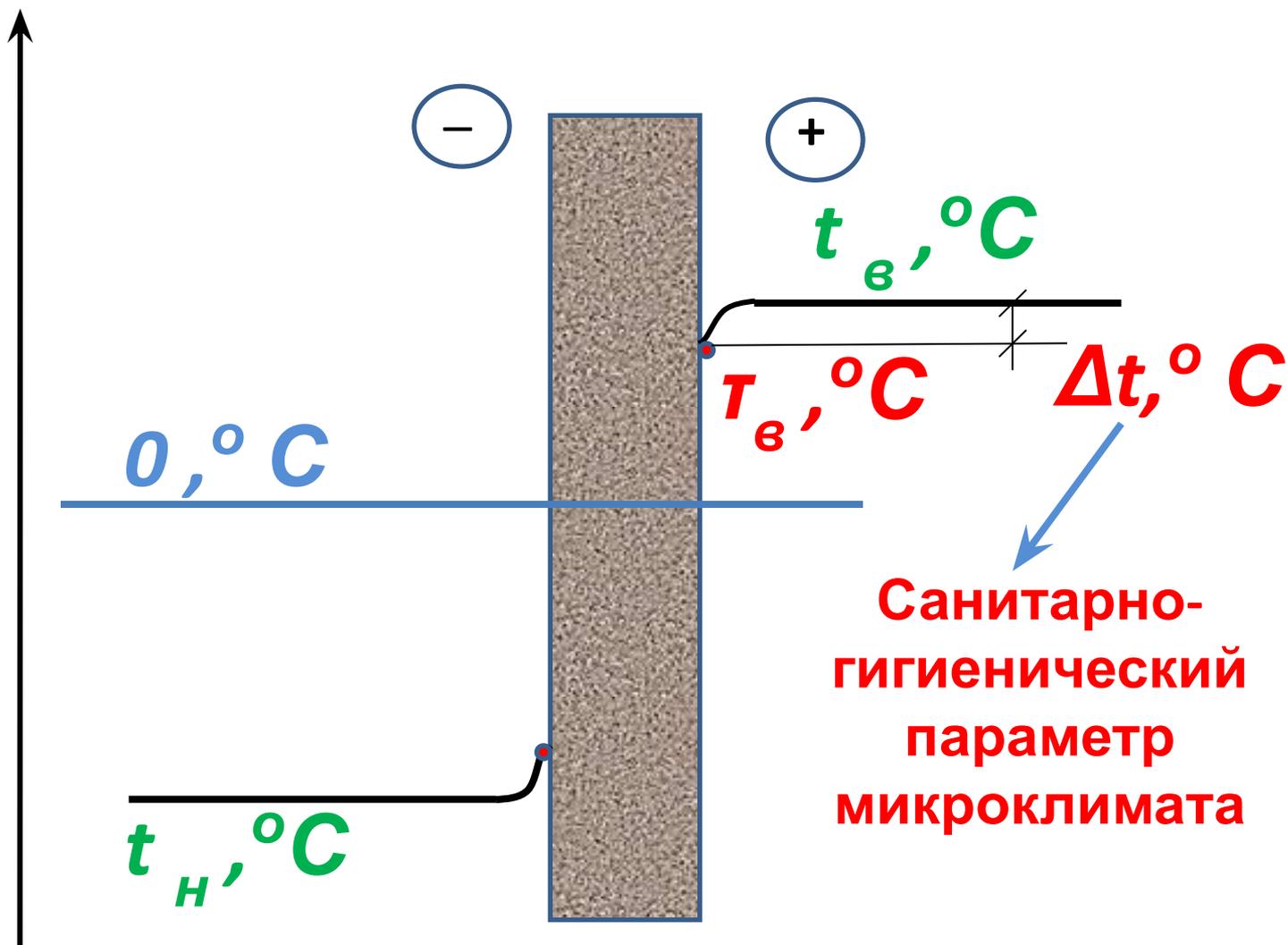
+











$$\Delta t = t_{\text{в}} - t_{\text{в}}, \text{ } ^\circ\text{C}$$

Чем ниже  $\downarrow \Delta t$    
тем выше тепловой  
комфорт в помещении

$$\Delta t \leq \Delta t^H$$

$\Delta t^H$  нормируемый  
температурный перепад  
назначается по  
СНиП 23-02-2003  
в зависимости от:

- **Назначения помещения;**
- **Местоположения ограждающей поверхности ( наружная стена, покрытие, чердачное перекрытие...)**

$$\Delta t^H$$

<b>Здания и помещения</b>	<b>Наружные стены</b>	<b>Покрытия и чердачные перекрытия</b>	<b>...</b>
<b>Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы</b>	<b>4,0</b>	<b>3,0</b>	
<b>Общественные, административные и бытовые</b>	<b>4,5</b>	<b>4,0</b>	

**Теплотехнические  
свойства ограждения  
характеризуются его  
СОПРОТИВЛЕНИЕМ  
ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ**

**$R_o$  , (  $m^2 \times ^\circ C$  ) / Вт**

$$R_o = R_v + R_{\text{КОИ}} + R_H$$

$$R_o = R_v + R_{кон} + R_n$$


**Сопротивление  
теплоотдаче наружной  
поверхностью  
ограждения**

$$R_o = R_v + R_{\text{кон}} + R_n$$

**Термическое  
сопротивление толщ  
конструкции**

$$R_o = R_v + R_{кон} + R_n$$



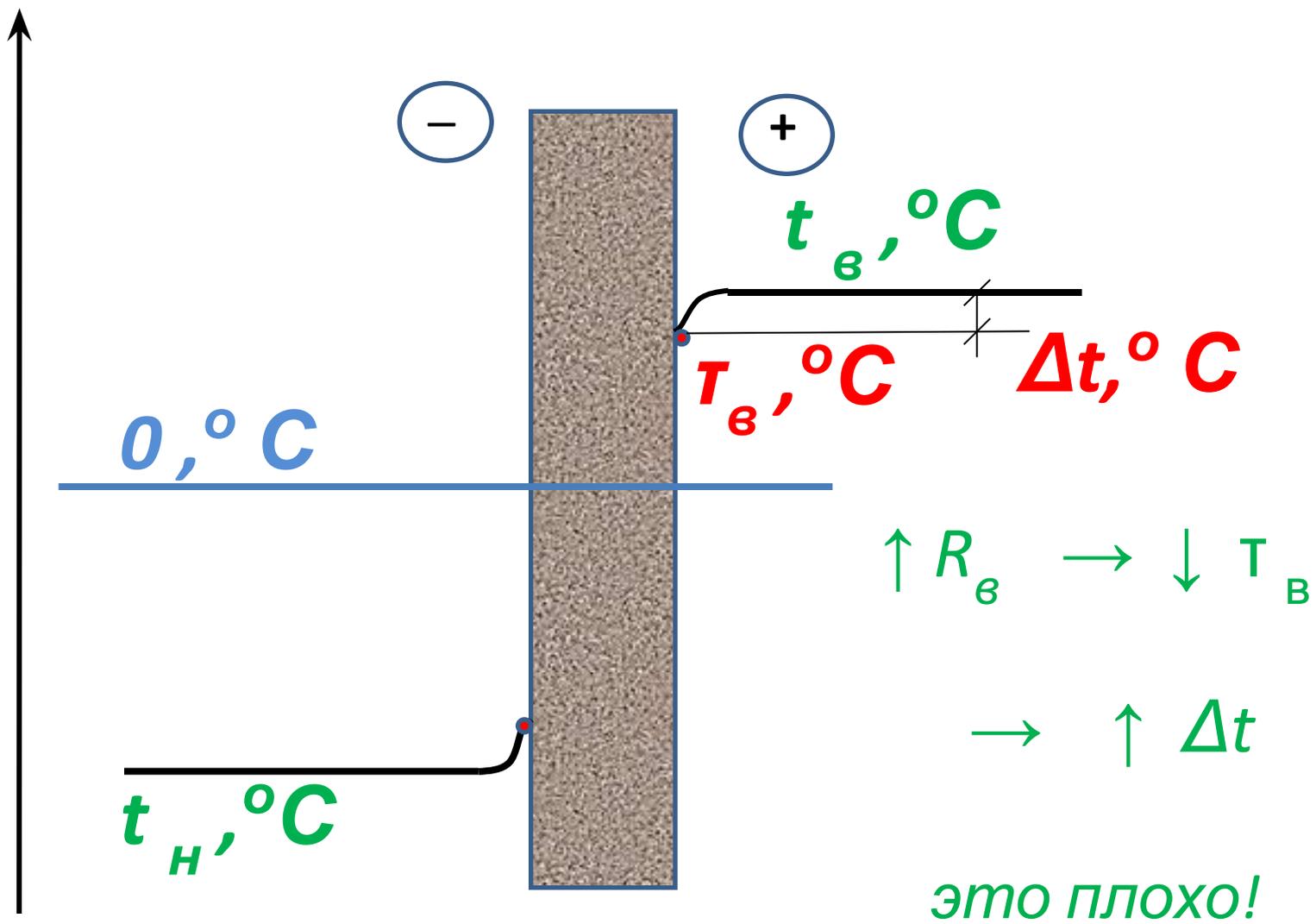
**Сопротивление  
тепловосприятию  
внутренней  
поверхностью  
ограждения**

$R_o$  целесообразно ↑

$= R_H$  целесообразно ↑

$+ R_{кон}$  целесообразно ↑

$+ R_B$  ?



**Фактическая величина**

**$\Delta t$**

**находится в  
зависимости**

**от  $R_v$**

**величины  
сопротивления  
внутренней  
поверхности  
ограждения  
тепловосприятую**

**Т.о. : при проектировании  
ограждения целесообразно**

$$\uparrow R_o \rightarrow \uparrow R_n \text{ и } \uparrow R_{кон};$$

**НО**  $\downarrow R_v$

**сопротивление теплопередаче  
увеличивать за счет  
увеличения**

$R_n$  и  $R_{кон}$ ,

**но не за счет  $R_v$**

$$R_{в} = 1 / \alpha_{в},$$

$\alpha_{в}$  - коэффициент  
ТЕПЛОТДАЧИ  
внутренней поверхности  
ограждающей конструкции,  
Вт / ( м<sup>2</sup> х °С),  
принимаемый по табл.  
СНиП 23 – 02-2003

$R_v$  ↓ следует уменьшать



$\alpha_v$  целесообразно **увеличивать**

$\alpha_v$  ↑

$$\alpha_v = \alpha_l \text{ (лучистая)} + \alpha_k \text{ (конвекционная)}$$

Чтобы  $\alpha_v$  следует

$\alpha_l$  (лучистая)  
 $\alpha_k$  (конвекционная)

$\alpha_k$  (конвекционная)

**Зависит от движения  
воздушных потоков  
около поверхности**





- Для  $\uparrow \alpha_k$  СЛЕДУЕТ  
организовать около  
поверхности интенсивное  
движение воздуха:
- Низко располагать  
приборы отопления;
  - Не завешивать коврами  
наружную стену.

$\alpha_l$  – зависит от  
излучательной способности  
материала поверхностного  
слоя, т.е. от его  
**КОЭФФИЦИЕНТА  
ИЗЛУЧЕНИЯ**  
**C**

**Тело, полностью  
отражающее тепло  
*абсолютно*  
**БЕЛОЕ****

**Тело, полностью  
пропускающее сквозь себя  
тепловую энергию  
называется  
*абсолютно*  
**ПРОЗРАЧНЫМ****

**Тело, полностью  
поглощающее  
тепловую энергию,  
использует её на самонагрев -  
это абсолютно  
**ЧЕРНОЕ** тело**

В природе нет  
*Абсолютно* белых  
прозрачных тел  
черных

Все материалы обладают  
какой-то *«степенью  
черноты»*

Способность материала  
излучать

энергию тепла  
характеризуется:

**С – коэффициентом  
излучения**

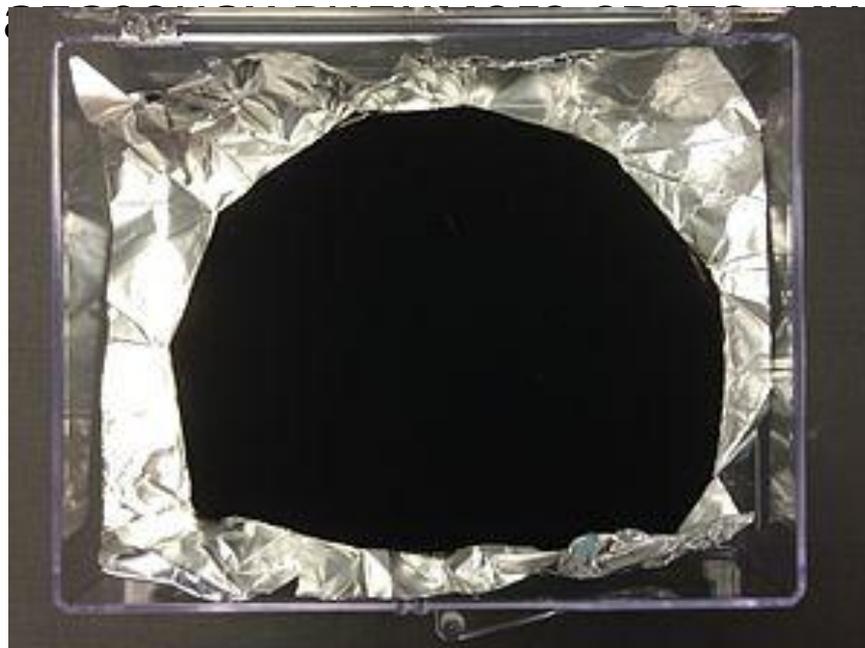
(степенью «черноты»  
материала)

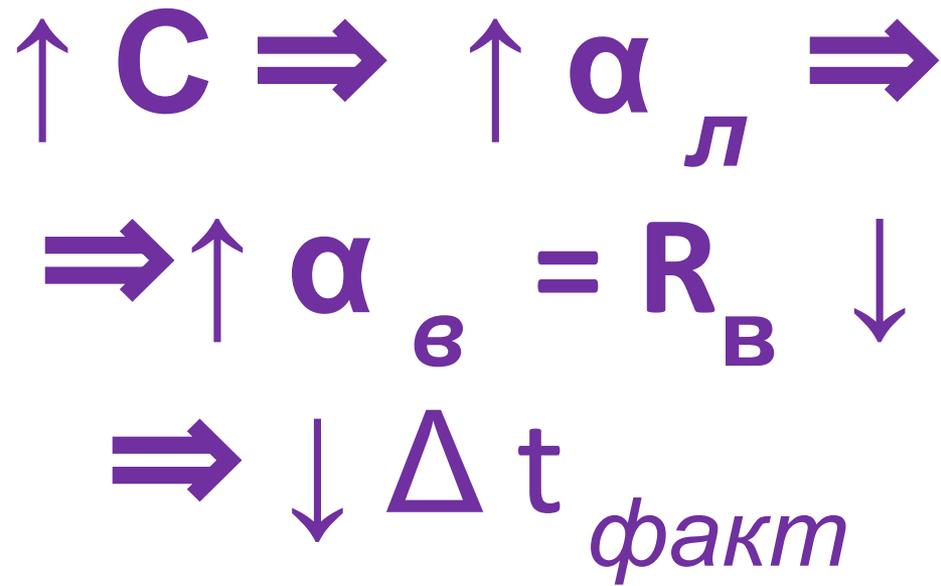
**Степень «черноты» материала**  
**не зависит от его цвета, а**  
**зависит**  
**от его способности**  
**воспринимать и излучать**  
**тепло.**

**Характеризуется величиной**  
**С – коэффициент излучения**  
**Для АЧТ:  $C = 5,77 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$**

Близким к единице коэффициентом поглощения (излучения) обладают сажа и платиновая чернь. Сажа, поглощает до 99 % падающего излучения в видимом диапазоне длин волн.

Наиболее чёрное из всех известных веществ — изобретённая в 2014 году субстанция *Vantablack*, состоящая из параллельно ориентированных углеродных нанотрубок, — поглощает 99,965 % падающего на него излучения в диапазоне инфракрасных волн и радиоволн.





$\alpha_{л}$   
↓

Следует принимать материал  
ВНУТРЕННЕЙ отделки  
с **ВЫСОКИМ** коэффициентом  
излучения  $\epsilon$

**ГИПС 5,21**  
**ДЕРЕВО (ДУБ) 5,16**  
**БЕТОН 3,61**  
**ГРАНИТ 2,44**

$$R_n = 1 / \alpha_n,$$

Коэффициент

теплоотдачи наружной  
поверхности ограждающей  
конструкции, Вт/м<sup>2</sup> х °С,  
принимаемый по табл. СП  
23-101-2004

**$R_n$**  целесообразно  
увеличивать



**$\alpha_n$**  целесообразно  
уменьшать

$$\alpha_n = \alpha_l \text{ (лучистая)} + \alpha_k \text{ (конвекционная)}$$

$$\downarrow \alpha_n \Rightarrow \downarrow \alpha_l + \downarrow \alpha_k$$

$$\alpha_l$$

↓

Следует применять  
материал наружных слоев  
ограждения **с низким** коэф.  
излучения **С**

**Алюминиевый сайдинг 0,26**

**Оцинкованная сталь 1,31**

**$\alpha_k$**  - зависит от  
движения воздуха  
около поверхности  
( ветер )

и почти не зависит от  
Проектировщика.