



FireCat – программный комплекс
для расчета индивидуального пожарного риска

www.pyrosim.ru
+7 (343) 319-12-62

Расчет теплового потока
для обоснования противопожарных расстояний

Составляющие расчета

- Метод расчета
- Исходные данные
- Критерии безопасности

Расчет по методике приказа №404 и СП12

$$q = E_f \cdot F_q \cdot \tau$$

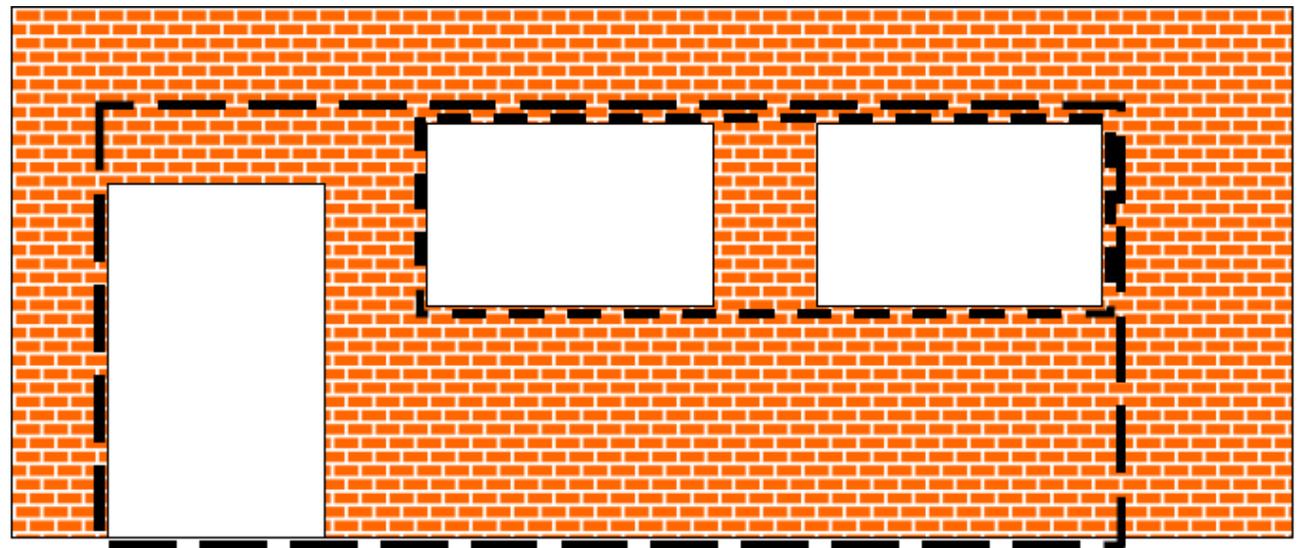
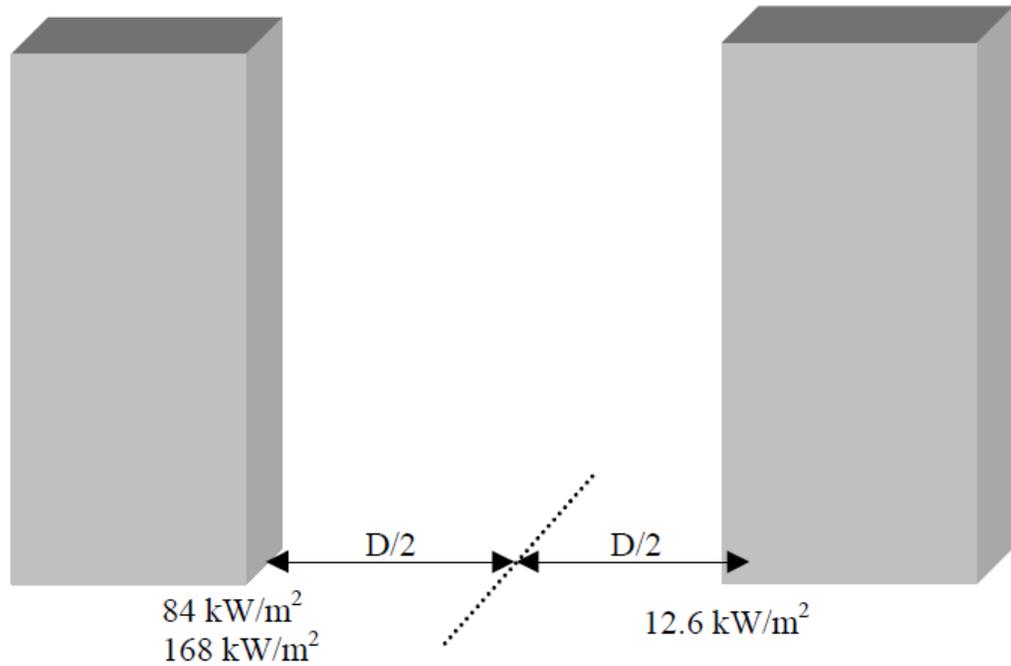
$$F_q = \sqrt{F_V^2 + F_H^2}$$

$$F_V = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \begin{aligned} & -E \cdot \operatorname{arctg} D + E \cdot \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin \theta)}{A \cdot B} \right] \cdot \operatorname{arctg} \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) + \\ & + \frac{\cos \theta}{C} \cdot \left[\operatorname{arctg} \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) + \operatorname{arctg} \left(\frac{F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) \right] \end{aligned} \right\}$$

$$F_H = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \begin{aligned} & \left[\operatorname{arctg} \left(\frac{1}{D} \right) + \frac{\sin \theta}{C} \cdot \left[\operatorname{arctg} \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) + \operatorname{arctg} \left(\frac{F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) \right] \right] - \\ & - \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot (b+1 + a \cdot b \cdot \sin \theta)}{A \cdot B} \right] \cdot \operatorname{arctg} \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) \end{aligned} \right\}$$

$$\tau = \exp[-7 \cdot 10^{-4} \cdot (X - 0,5 \cdot d)]$$

Расчет по зарубежным методикам



Австралия

Distance between buildings	Allowable radiation (kW/m ²)
0 m	80
2 m	40
6 m	20
12 m	10

США

$$D = gZ + 1.52 \quad O_{new} = O_{old} \times \frac{12.5}{I_{crit}}$$

Separation distance between external wall and relevant boundary (m)		Maximum unprotected area as a percentage of total wall area (%)
Purpose groups		
Residential, Office, Assembly and Recreation	Shop & Commercial, Industrial, storage & other non-residential	
-	1	4
1.0	2	8
2.5	5	20
5.0	10	40
7.5	15	60
10.0	20	80
12.5	25	100

Fire severity			Guide number																	
Percent openings			Ratio Width-to-Height or Height-to-Width																	
Light	Moderate	Severe	1.0	1.3	1.6	2.0	2.5	3.2	4	5	6	8	10	13	16	20	25	32	40	
20	10	5	0.36	0.40	0.44	0.46	0.48	0.49	0.50	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51
30	15	7.5	0.60	0.66	0.73	0.79	0.84	0.88	0.90	0.92	0.93	0.94	0.94	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
40	20	10	0.76	0.85	0.94	1.02	1.10	1.17	1.23	1.27	1.30	1.32	1.33	1.33	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34
50	25	12.5	0.90	1.00	1.11	1.22	1.33	1.42	1.51	1.58	1.63	1.66	1.69	1.70	1.71	1.71	1.71	1.71	1.71	1.71
60	30	15	1.02	1.14	1.26	1.39	1.52	1.64	1.76	1.85	1.93	1.99	2.03	2.05	2.07	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08
80	40	20	1.22	1.37	1.52	1.68	1.85	2.02	2.18	2.34	2.48	2.59	2.67	2.73	2.77	2.79	2.80	2.81	2.81	2.81
100	50	5	1.39	1.56	1.74	1.93	2.13	2.34	2.55	2.76	2.95	3.12	3.26	3.36	3.43	3.48	3.51	3.52	3.53	3.53
-	60	30	1.55	1.73	1.94	2.15	2.38	2.63	2.88	3.13	3.37	3.60	3.79	3.95	4.07	4.15	4.20	4.22	4.24	4.24
-	80	40	1.82	2.04	2.28	2.54	2.82	3.12	3.44	3.77	4.11	4.43	4.74	5.01	5.24	5.41	5.52	5.60	5.64	5.64
-	100	50	2.05	2.30	2.57	2.87	3.20	3.55	3.93	4.33	4.74	5.16	5.56	5.95	6.29	6.56	6.77	6.92	7.01	7.01
-	-	60	2.26	2.54	2.84	3.17	3.54	3.93	4.36	4.82	5.30	5.80	6.30	6.78	7.23	7.63	7.94	8.18	8.34	8.34
-	-	80	2.63	2.95	3.31	3.70	4.13	4.61	5.12	5.68	6.28	6.91	7.57	8.24	8.89	9.51	10.05	10.50	10.84	10.84
-	-	100	2.96	3.32	3.72	4.16	4.65	5.19	5.78	6.43	7.13	7.88	8.67	9.50	10.33	11.15	11.91	12.59	13.15	13.15

Minimum distance X between external wall and relevant boundary (m)	Maximum acceptable unprotected area (m ²)
1	5.6
2	12
3	18
4	24
5	30
6	No limit

Великобритания, Новая Зеландия

$$I_R = k_V \phi_n I_{EC} \leq I_{RC}$$

$$\phi = \frac{2}{\pi} \left[\frac{X}{\sqrt{X^2 + Y^2}} \arctan\left(\frac{Z}{\sqrt{X^2 + Y^2}}\right) + \frac{Z}{\sqrt{Y^2 + Z^2}} \arctan\left(\frac{X}{\sqrt{Y^2 + Z^2}}\right) \right]$$

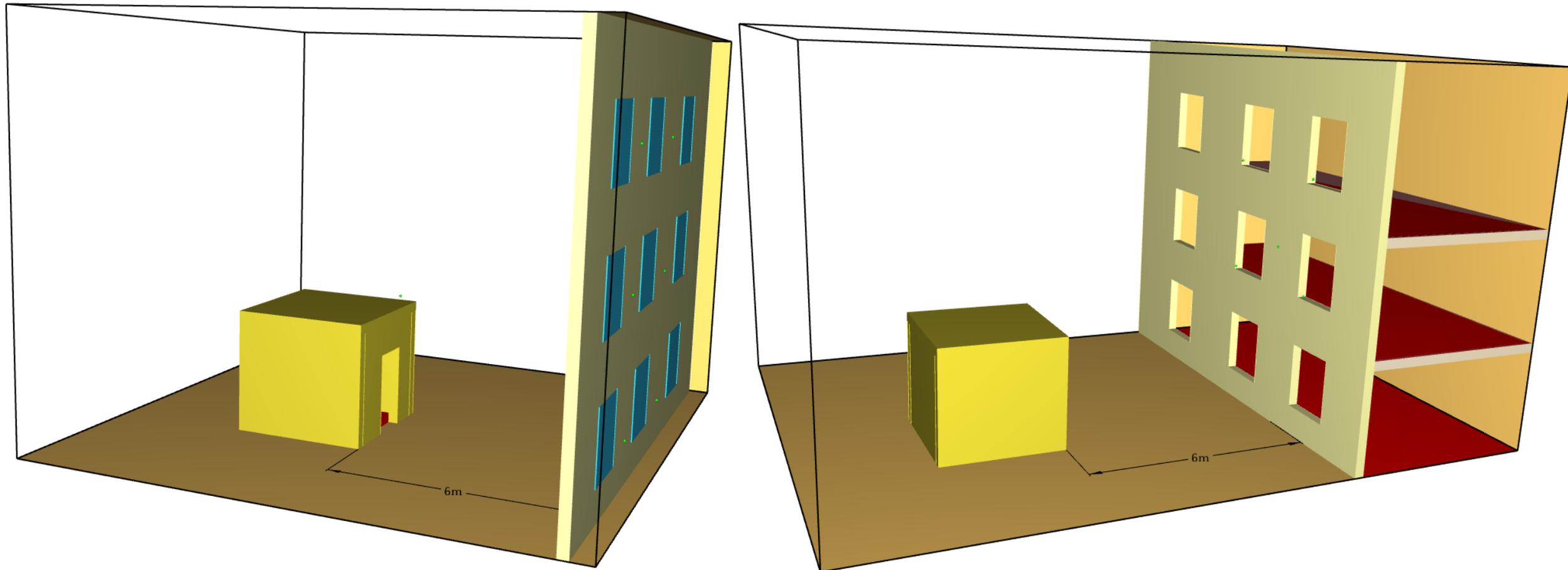
$$I_{EC} = \varepsilon \sigma (T_2^4 - T_1^4)$$

$$T_2 = 345 \log_{10}(8t_m + 1) + T_1$$

$$k_V = A_V/A_E$$

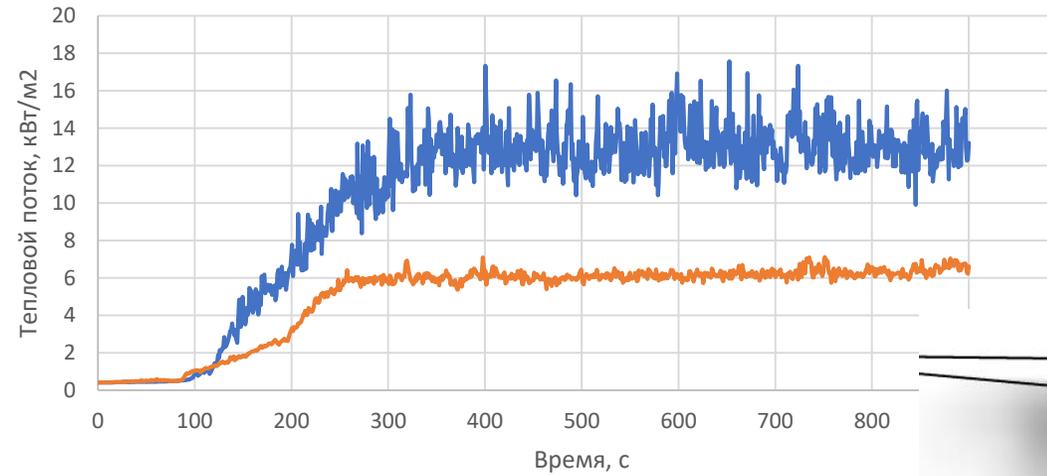
Critical incident radiation, I_{cr} [kW/m ²]			
External cladding	No openings	Usage of non fire-rated glazing	Usage of fire rated glazing
EIFS ⁽¹⁾	9.0	9.0	9.0
Timber	12.5	12.5	12.5
Fibre-cement board	25.0	12.5	25.0
Non-combustible ⁽²⁾	No limit	12.5	50.0

Источник пожара

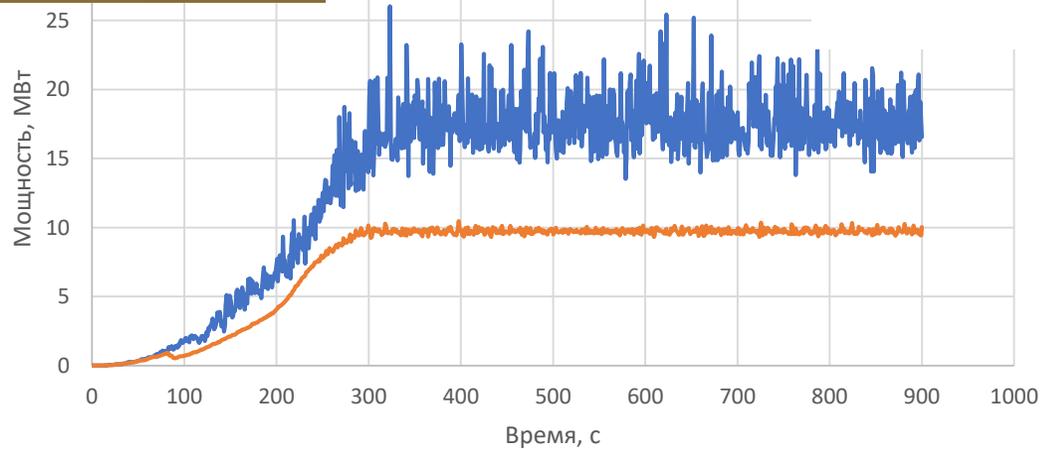


Поверхность горения

Тепловой поток на стене дома

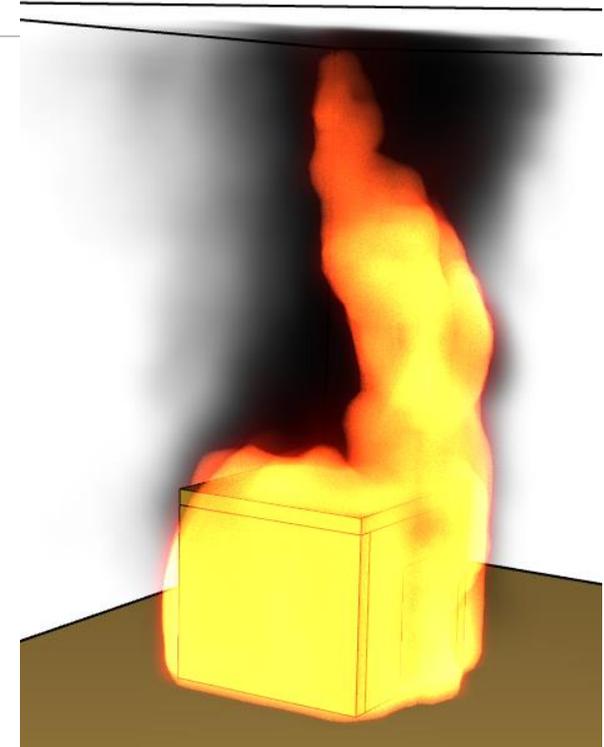
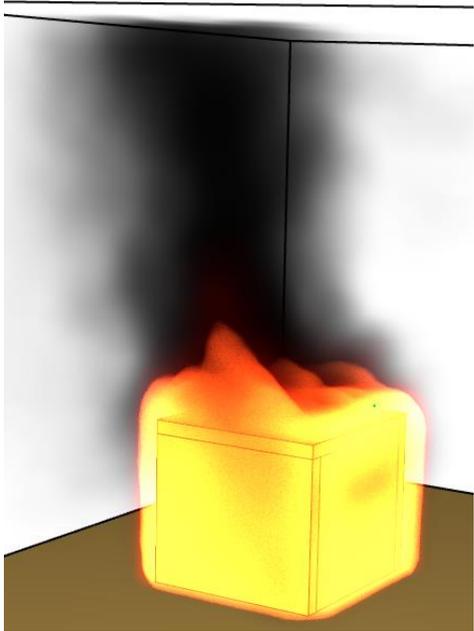


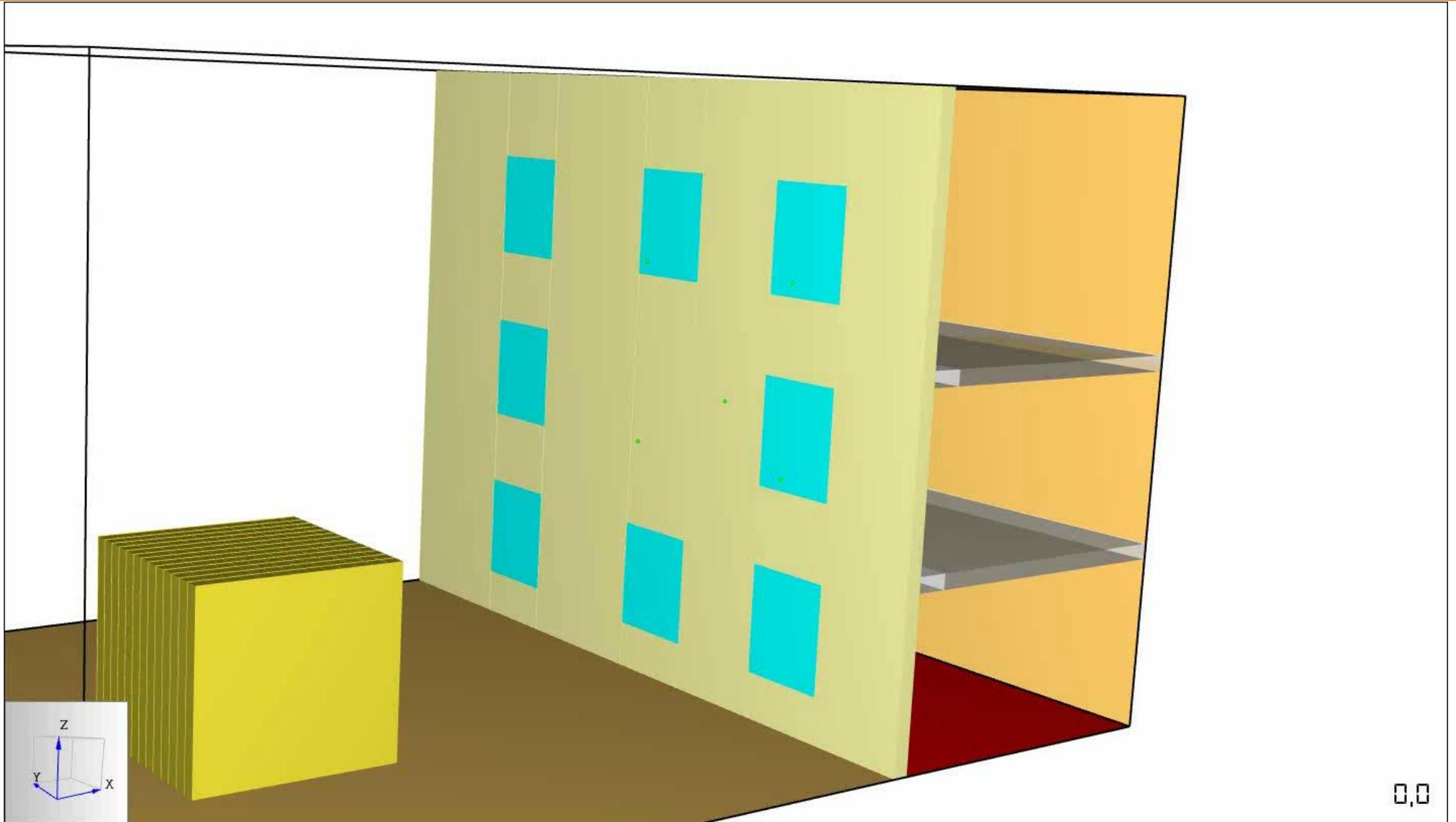
Мощность горения



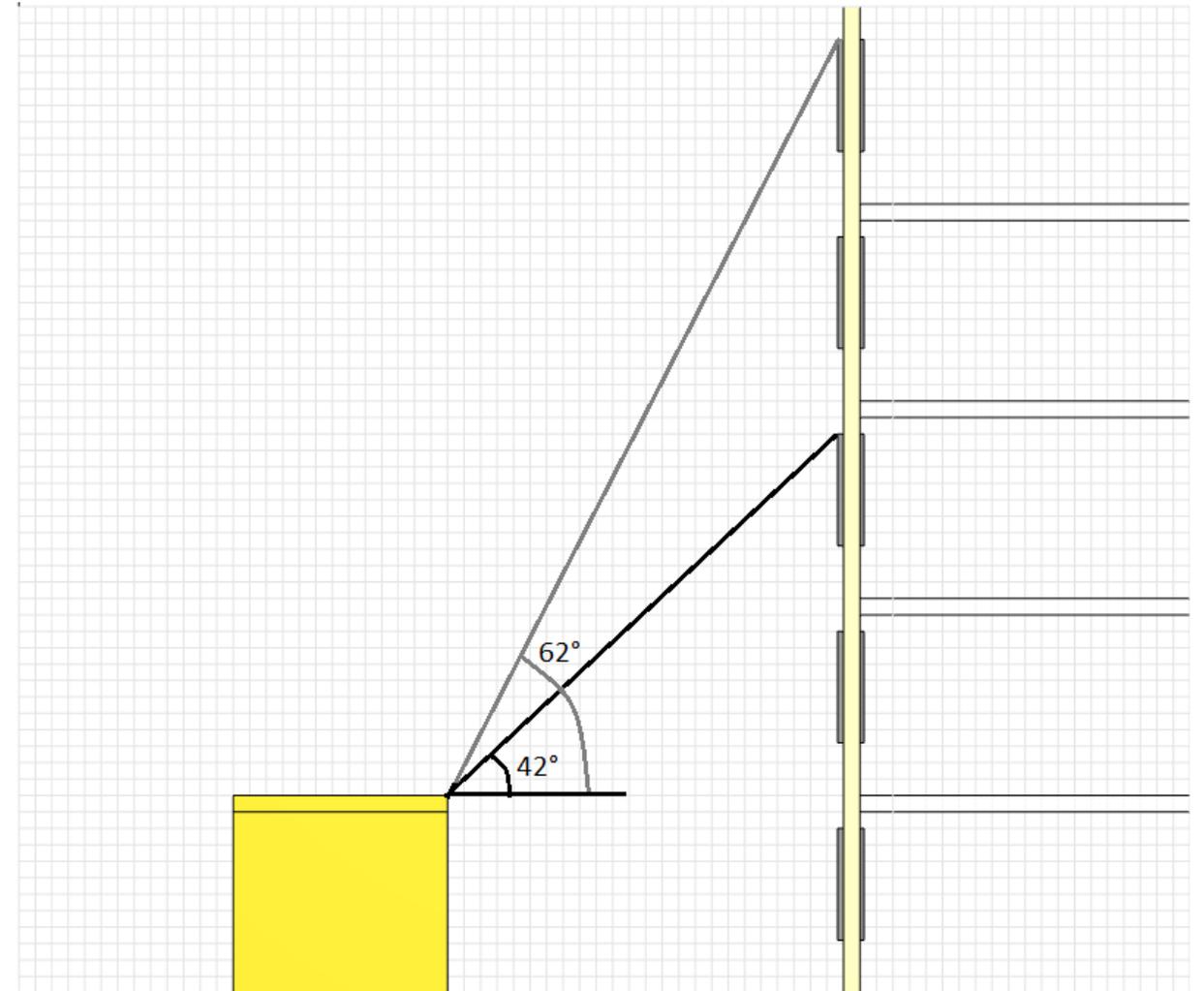
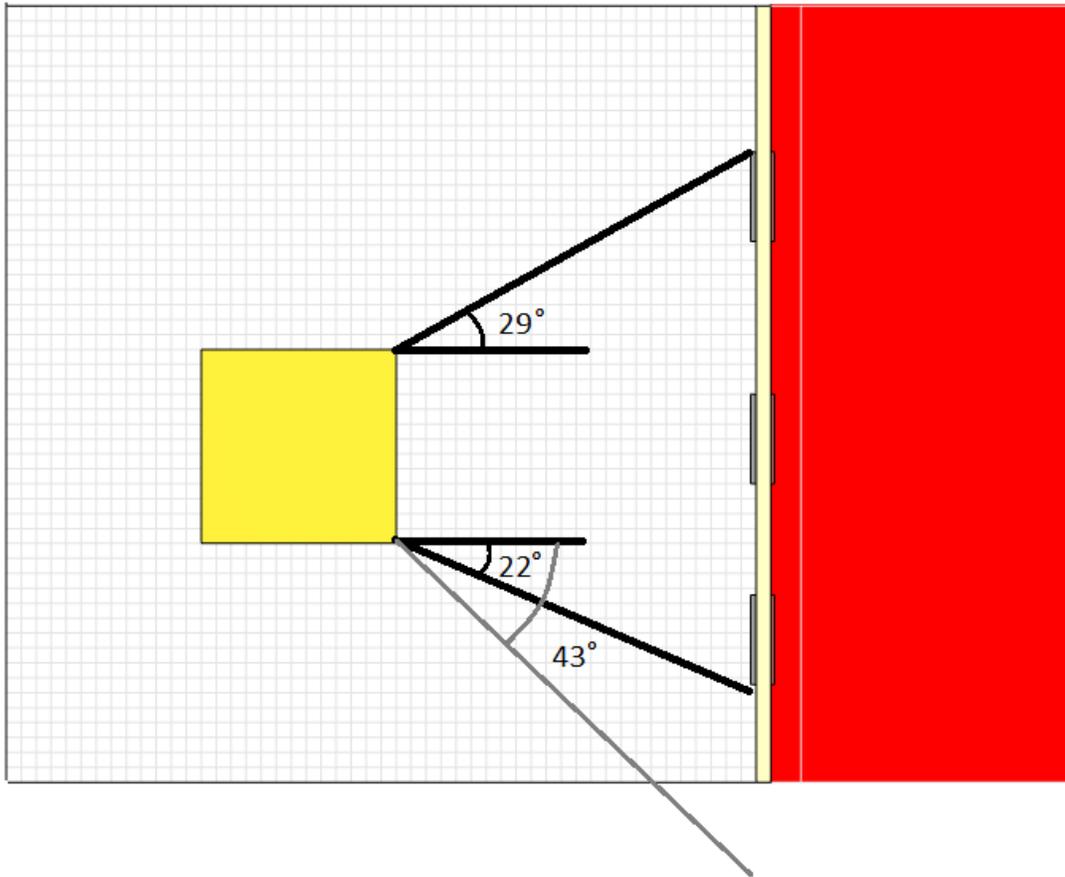
- Горение внутренних и наружных поверхностей стен
- Горение только наружных поверхностей стен

- Горение внутренних и наружных поверхностей стен
- Горение только наружных поверхностей стен





Расчетная область



1. Определяем время свободного развития пожара

15-20 минут для города

по справочнику РТП:

5-12 мин сообщение о пожаре

1 мин сбор

время движения по дорогам рассчитывается

3-8 мин развертывание

2. Определяем стены, огнестойкость которых превышает рассчитанное время – они будут ограничивать источник пожара

3. Определяем этажи, включаемые в расчет

4. При наличии АПТ – мощность пожара уменьшаем в 2 раза

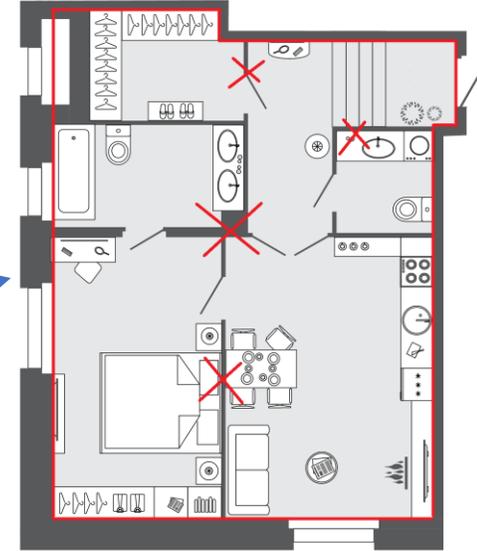
5. Определяем, нужно ли учитывать количество нагрузки

при нагрузке 500 МДж/м², удельной мощности 200 кВт/м² время горения составит 40 минут – можно не учитывать

6. Все горючие поверхности включаются в расчет

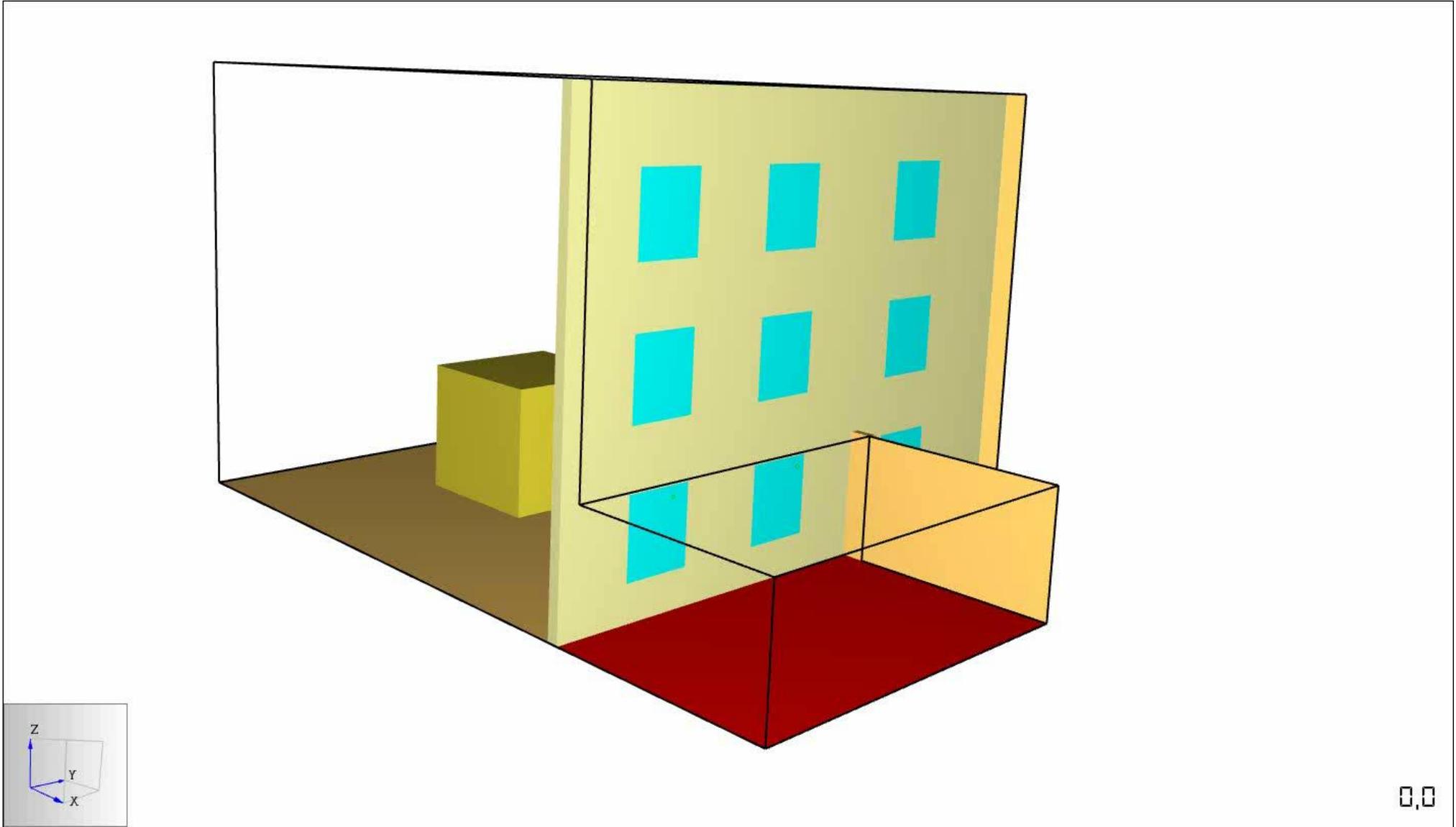
(при толщине нагрузки более 1 мм)

7. Противопожарные окна в помещении пожара ?



Критерии распространения пламени принимаем по критериям воспламенения и разрушения. Если окна могут открываться – считаем их открытыми.

Поведение пламени при пожаре в помещении



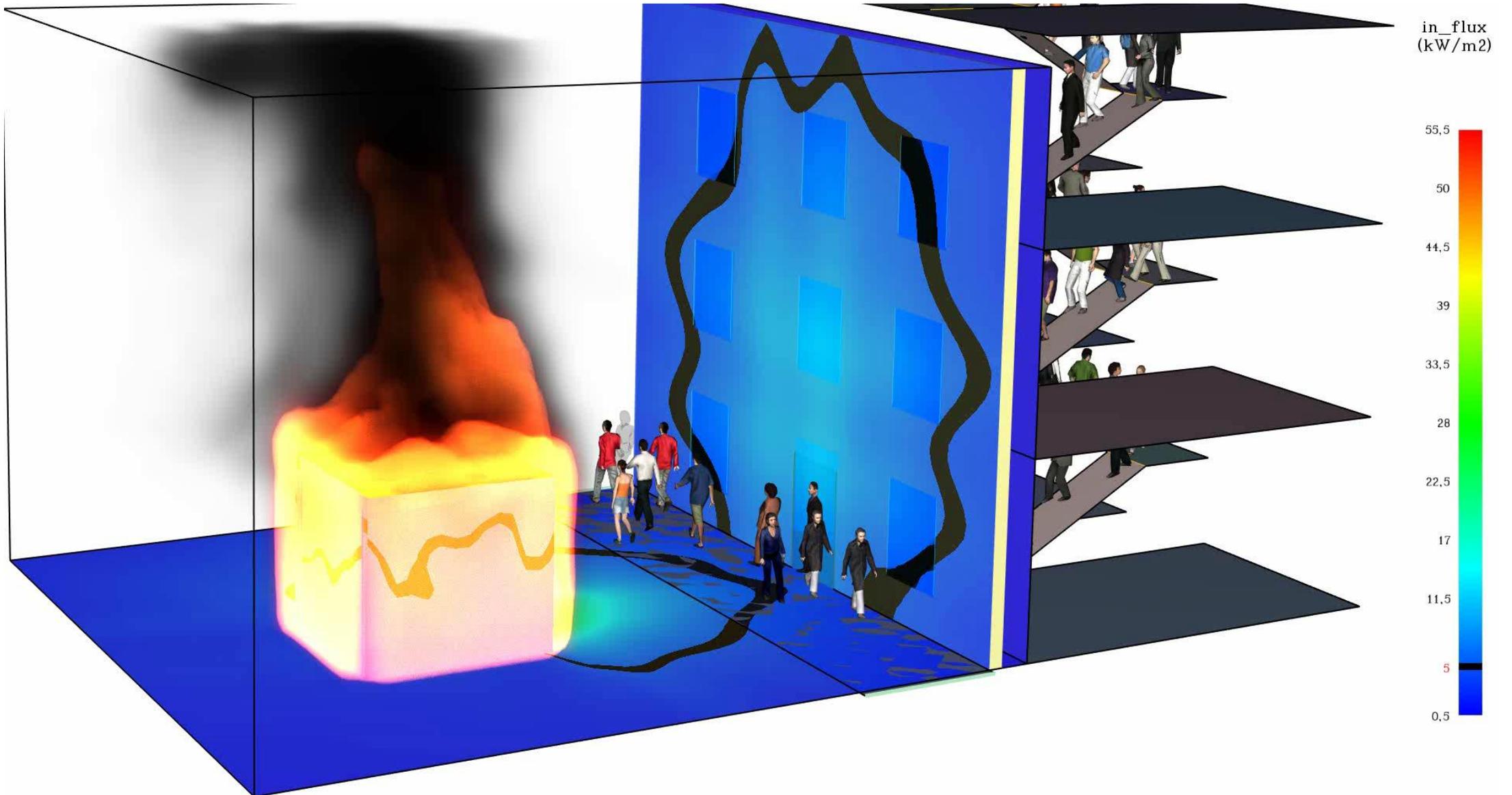
	«Быстрый» расчет	Обычный расчет
Время расчета	Быстрее (порядка 300 секунд достаточно)	Значительно дольше (900-1800 секунд)
Результаты	Результаты консервативнее	Результаты учитывают больше факторов
Выходные данные	Расчет только падающего теплового потока	Возможен расчет температуры объектов
Источник пожара	Горит вся возможная пожарная нагрузка сразу	Учитываем распространение пожара/увеличение мощности
Окна в помещении пожара	Открыты сразу	Обычные окна открыты сразу, противопожарные – по критериям
Распространение пожара на вышележащие этажи	Принимается моментальное возгорание всех включенных в расчет этажей, окна открыты	Распространение пожара на вышележащие этажи можно учесть по критериям



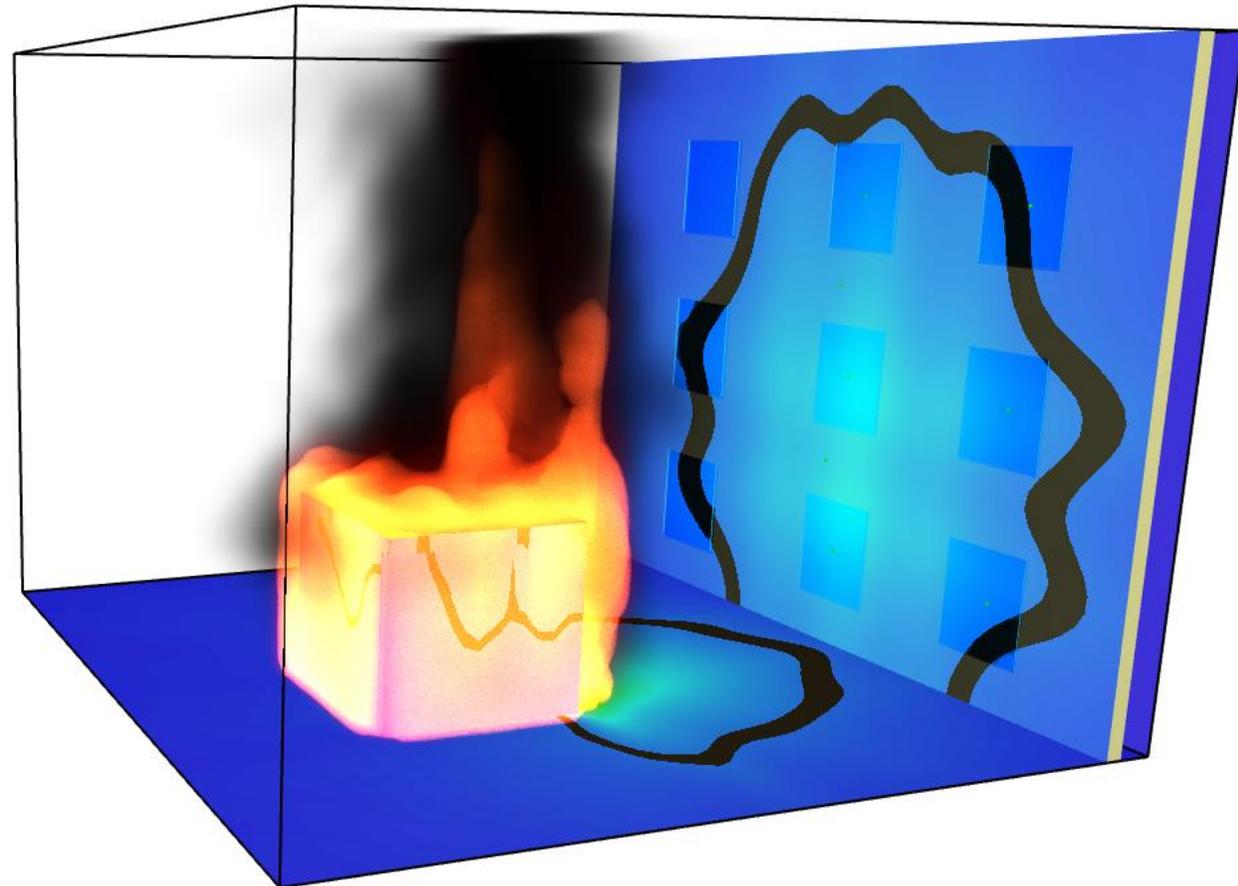
Критерии безопасности

- Воспламенение
- Разрушение или потеря целостности
- Воздействие на людей

Critical incident radiation, I_{cr} [kW/m ²]			
External cladding	No openings	Usage of non fire-rated glazing	Usage of fire rated glazing
EIFS ⁽¹⁾	9.0	9.0	9.0
Timber	12.5	12.5	12.5
Fibre-cement board	25.0	12.5	25.0
Non-combustible ⁽²⁾	No limit	12.5	50.0



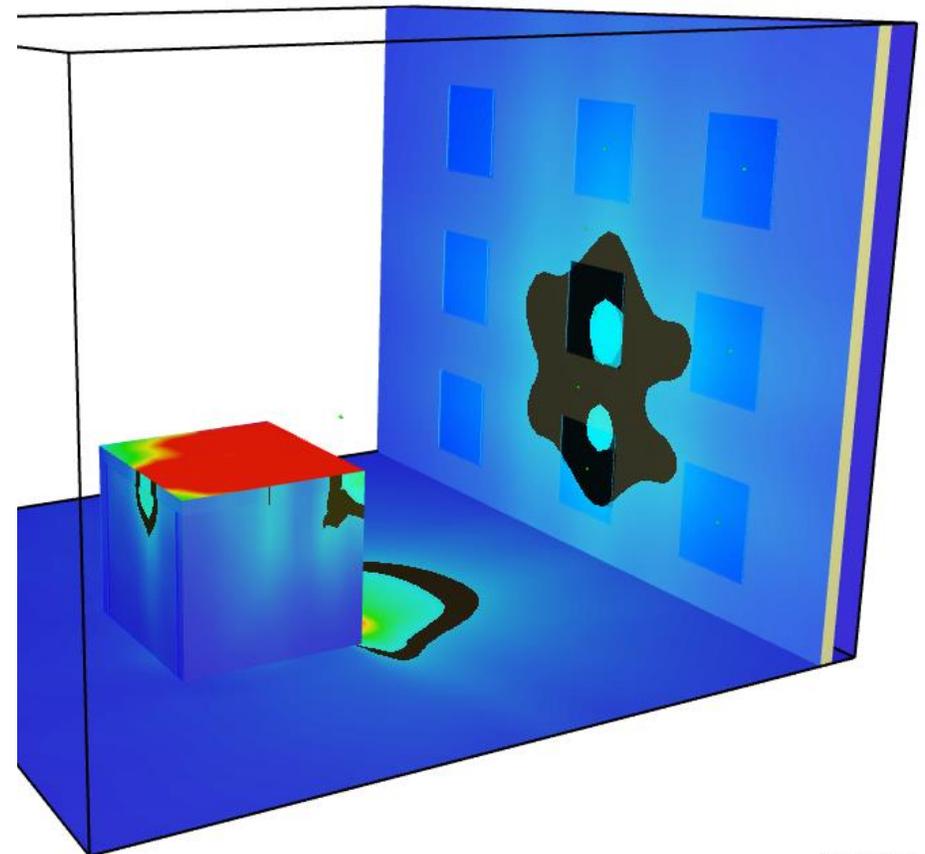
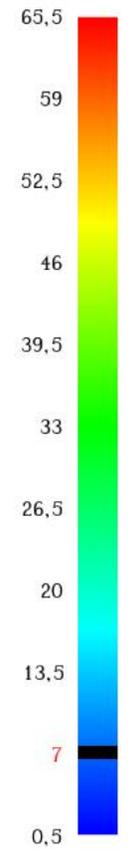
Критерий 7 кВт/м2 – штора в открытом окне



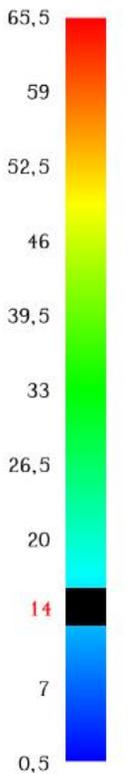
300,0

Критерий 14 кВт/м2 - дерево

in_flux
(kW/m²)

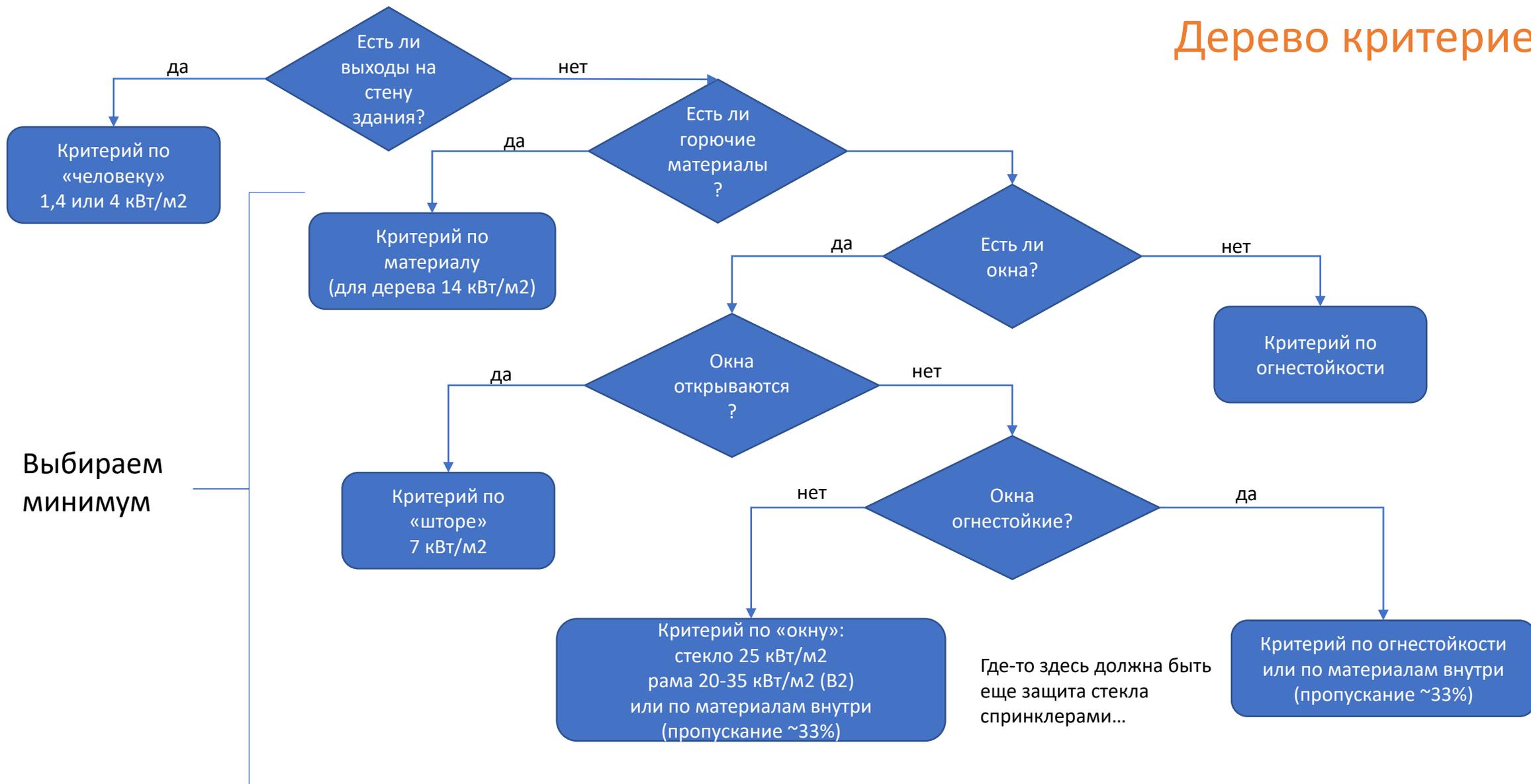


in_flux
(kW/m²)



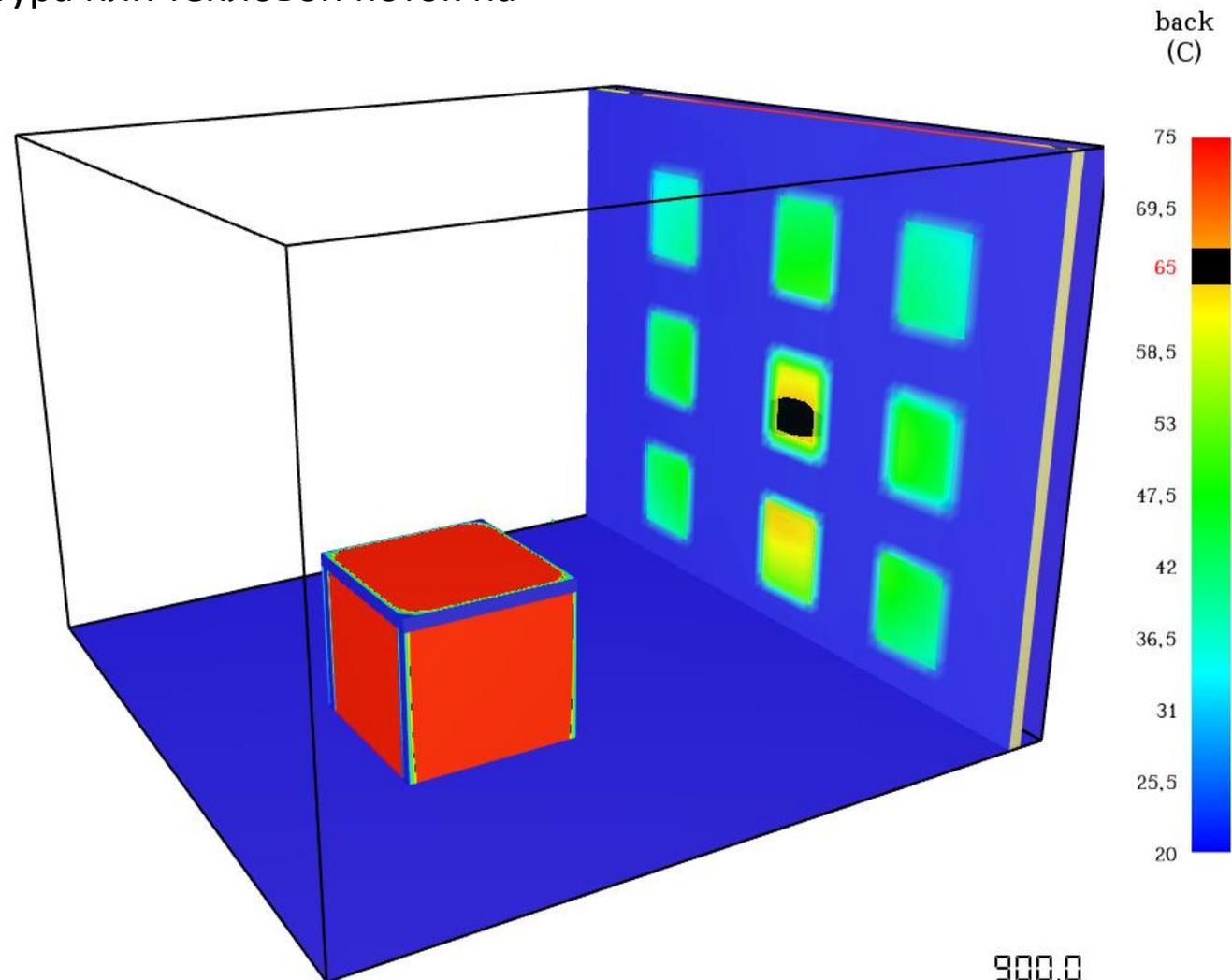
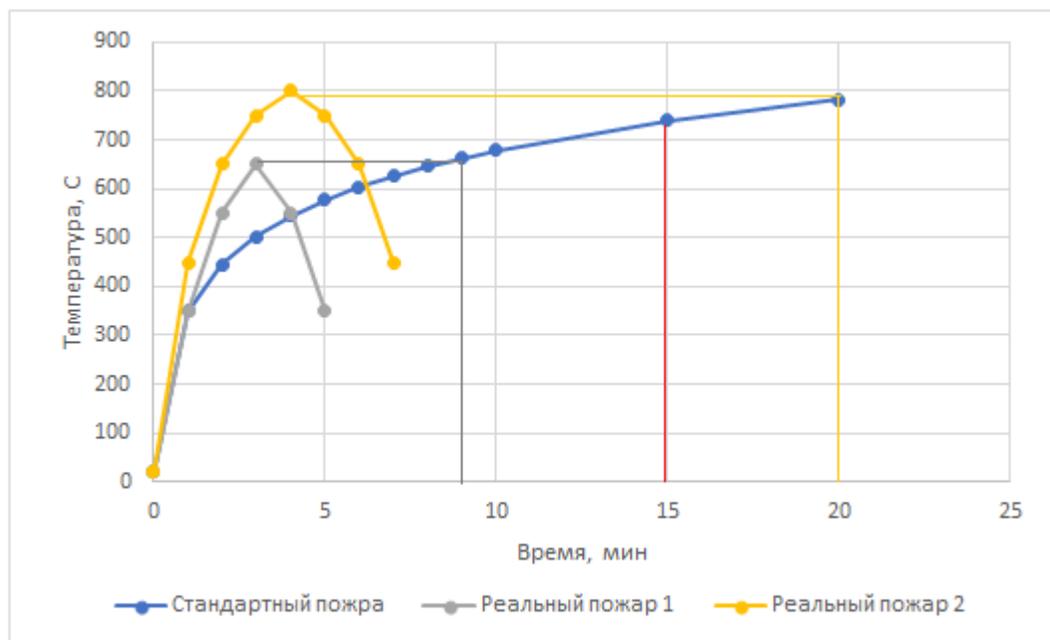
300,0

Дерево критериев



Критерий по огнестойкости

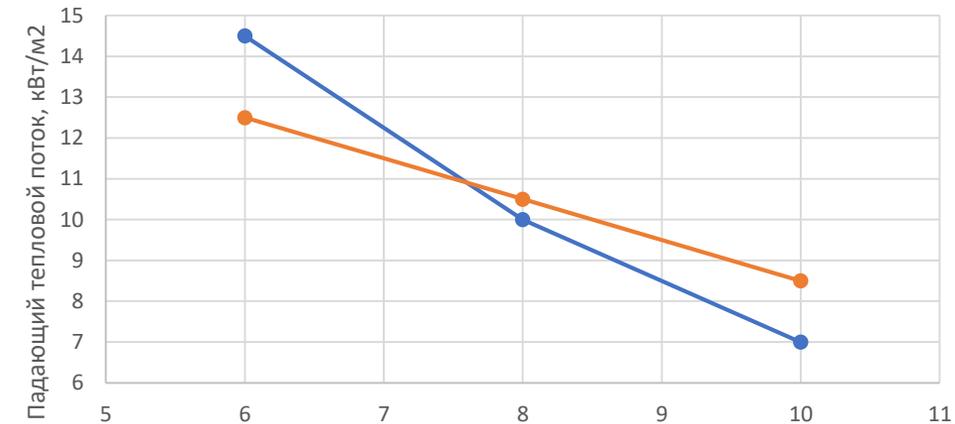
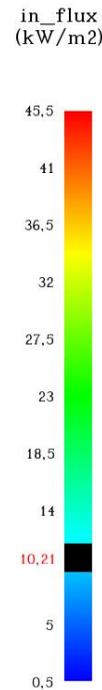
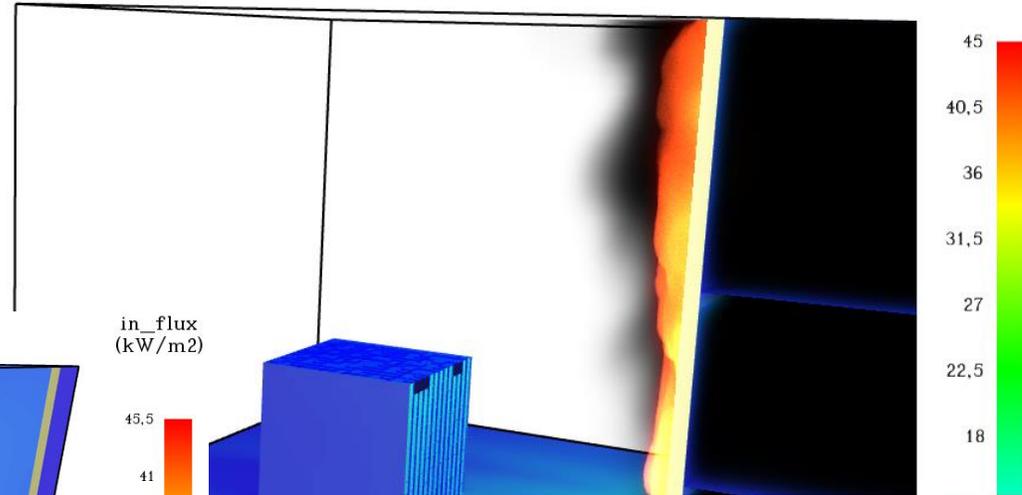
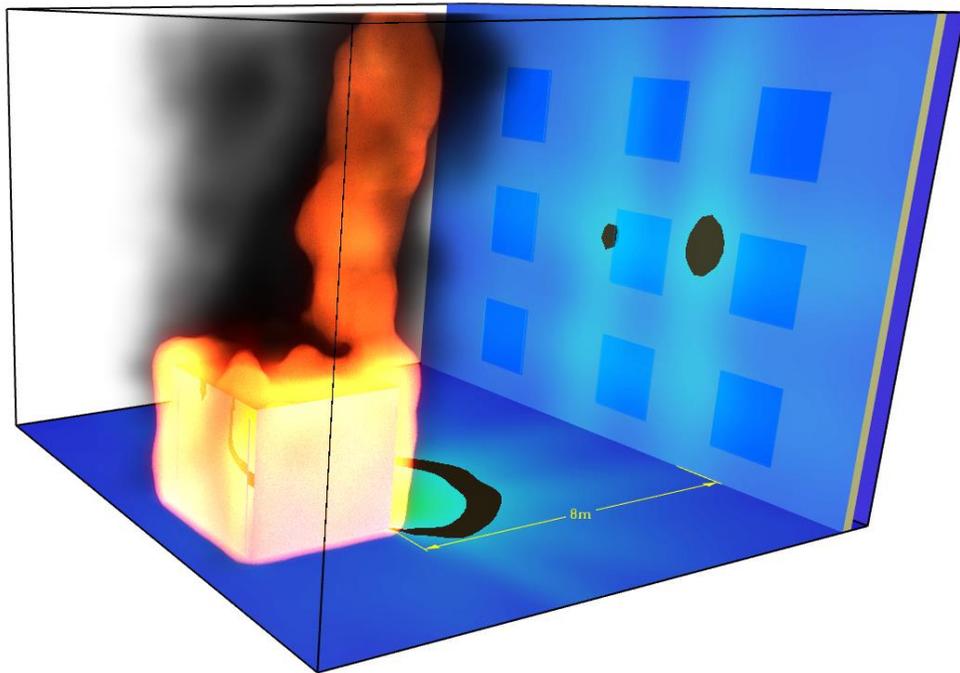
- по теплоизолирующей способности – температура или тепловой поток на необогреваемой поверхности
- по потере несущей способности и целостности
- сравнение со стандартным пожаром



Сравнение с нормативным значением

Пожар в многоэтажном доме (\overline{kW}/m^2)

Пожар в одноэтажном доме



—●— Пожар в одноэтажном доме —●— Пожар в многоэтажном доме

Спасибо за внимание!