

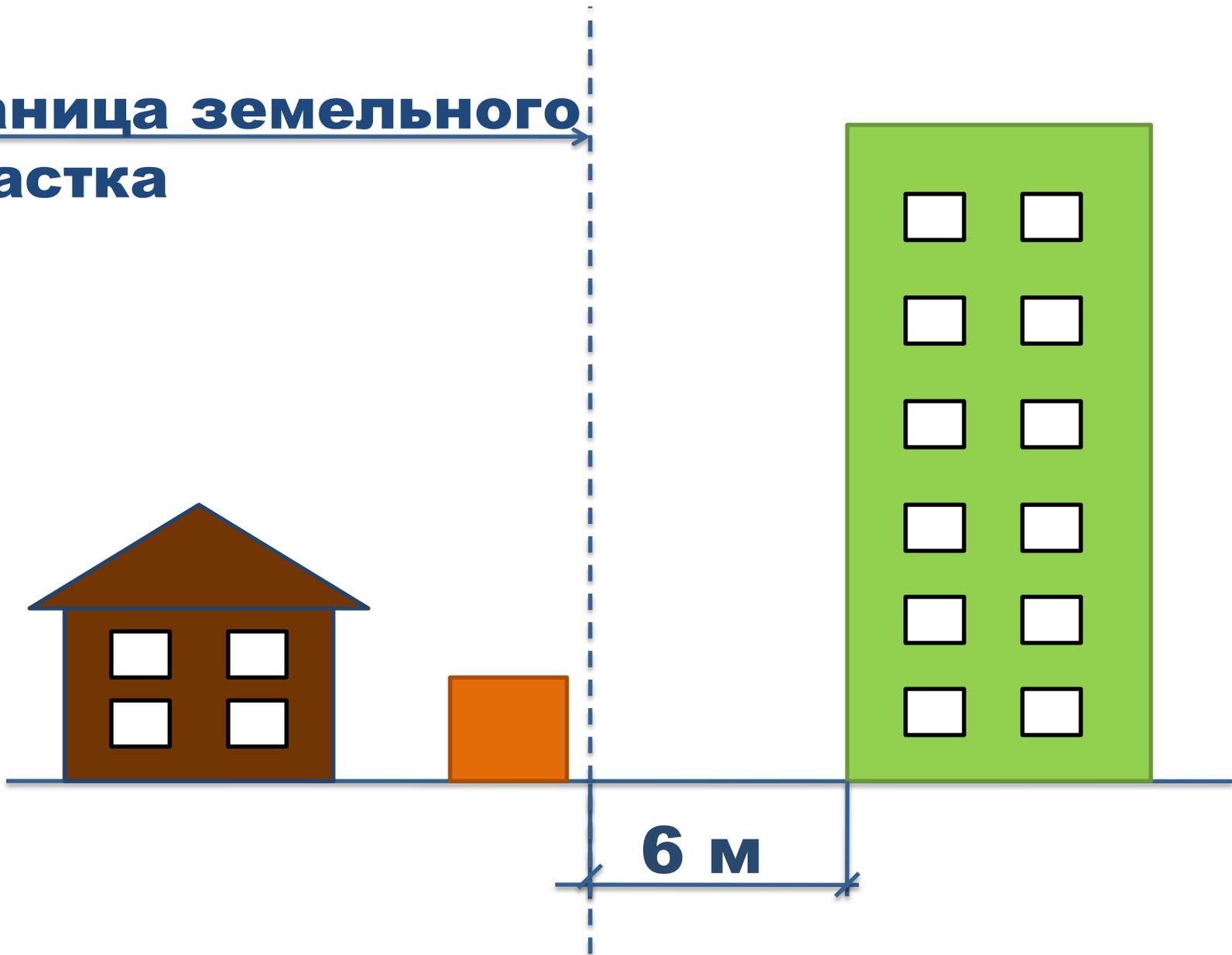
Академия ГПС МЧС России  
Ройтмановские чтения  
23 октября 2014

**РАСЧЕТНОЕ ОБОСНОВАНИЕ  
ДОСТАТОЧНОСТИ  
ПРОТИВОПОЖАРНОГО  
РАЗРЫВА**

Грачёв Владимир Юрьевич  
ООО «СИТИС»

# ЗАДАЧА:

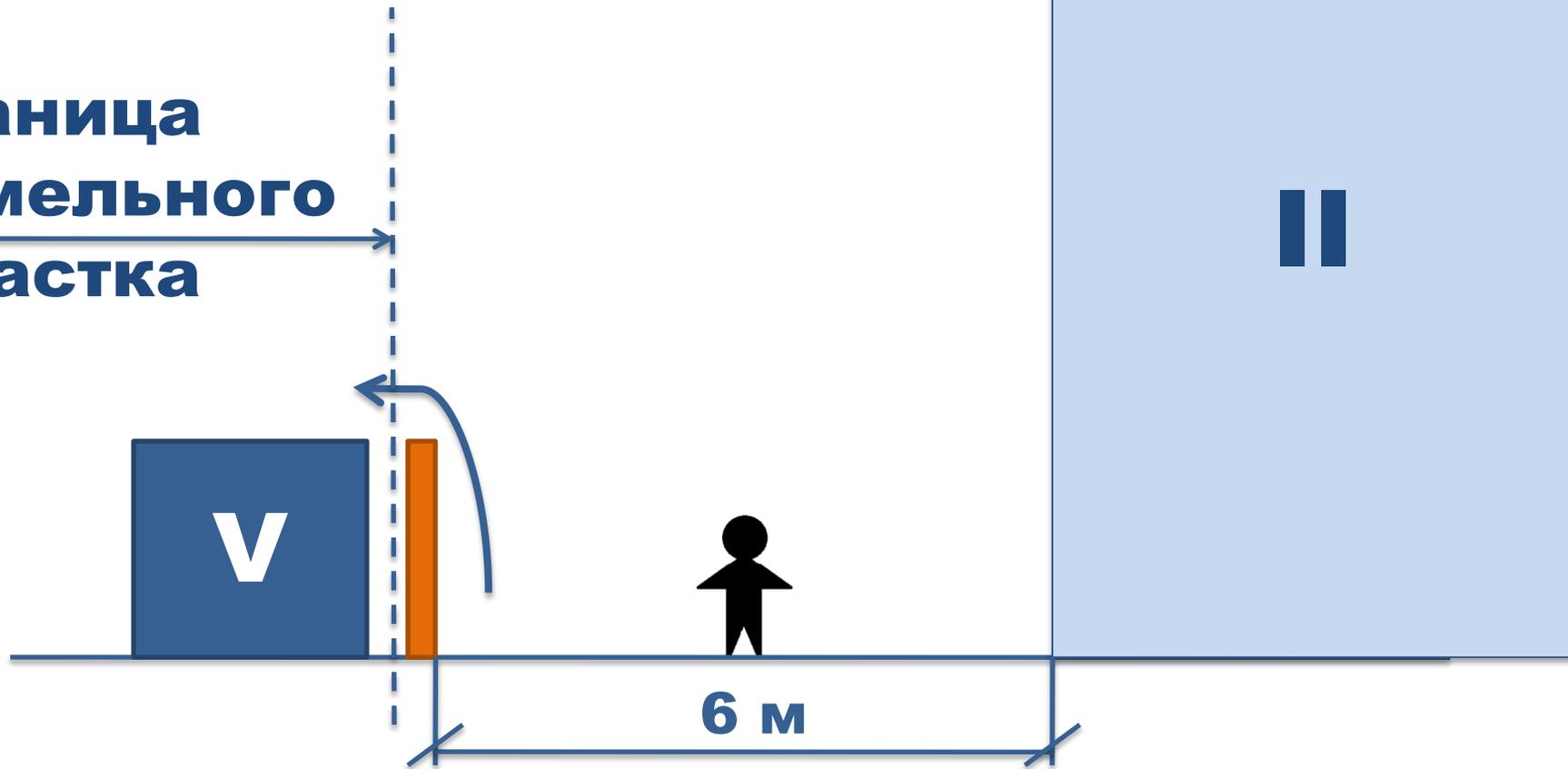
**Граница земельного участка**



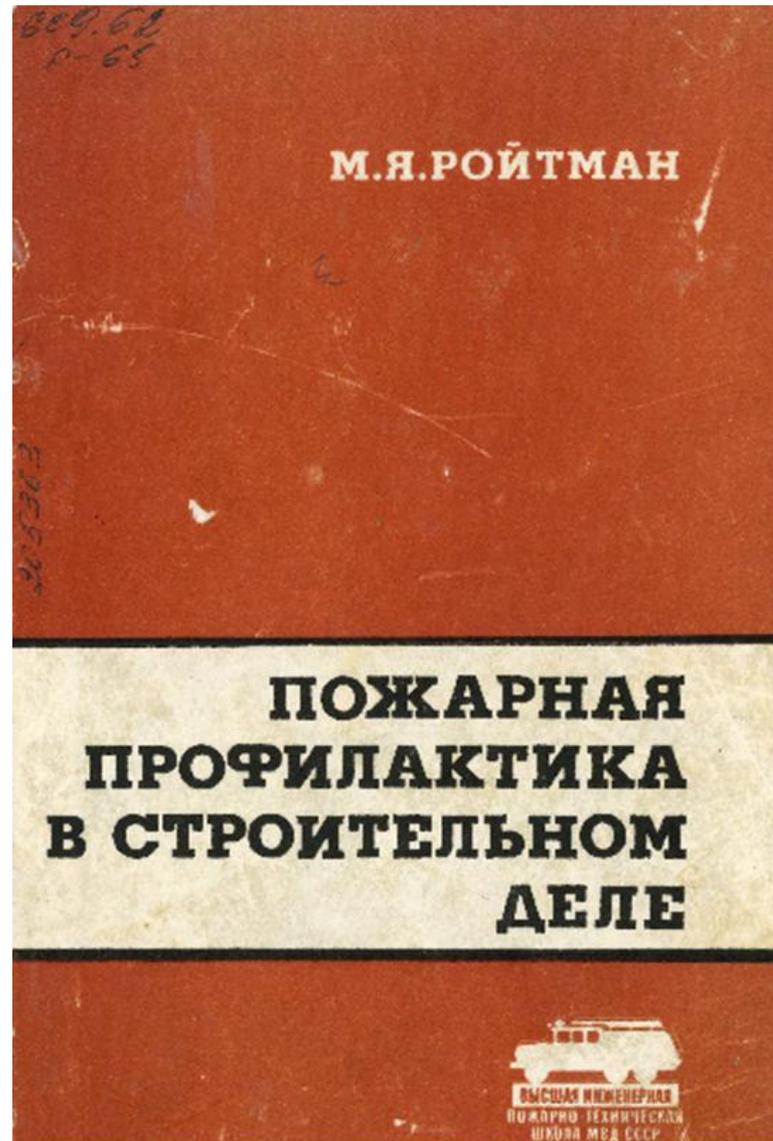
# ЗАДАЧА:

Запроектировать самостоятельный защитный объект для сокращения противопожарного разрыва

Граница  
земельного  
участка



# ПЕРВОИСТОЧНИК



# **КРИТЕРИЙ ДОСТАТОЧНОСТИ**

- 1. Достаточность времени для введения сил и средств до возгорания соседнего здания.**
- 2. Время возгорания – функция от излучения.**

# КРИТЕРИЙ 1

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ.**

**ПО ИЗЛУЧЕНИЮ.**

$$q_{(6+пз)} \leq q_{(10)}$$

# КРИТЕРИЙ 2

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ.**

**ПО ВРЕМЕНИ ВОЗГОРАНИЯ.**

$$t_{в(6+пз)} \leq t_{в(10)}$$

# КРИТЕРИЙ 3

**АБСОЛЮТНЫЙ.**

**ПО ВРЕМЕНИ ВОЗГОРАНИЯ.**

$$t_{в(6+пз)} \geq 20 \text{ МИН}$$

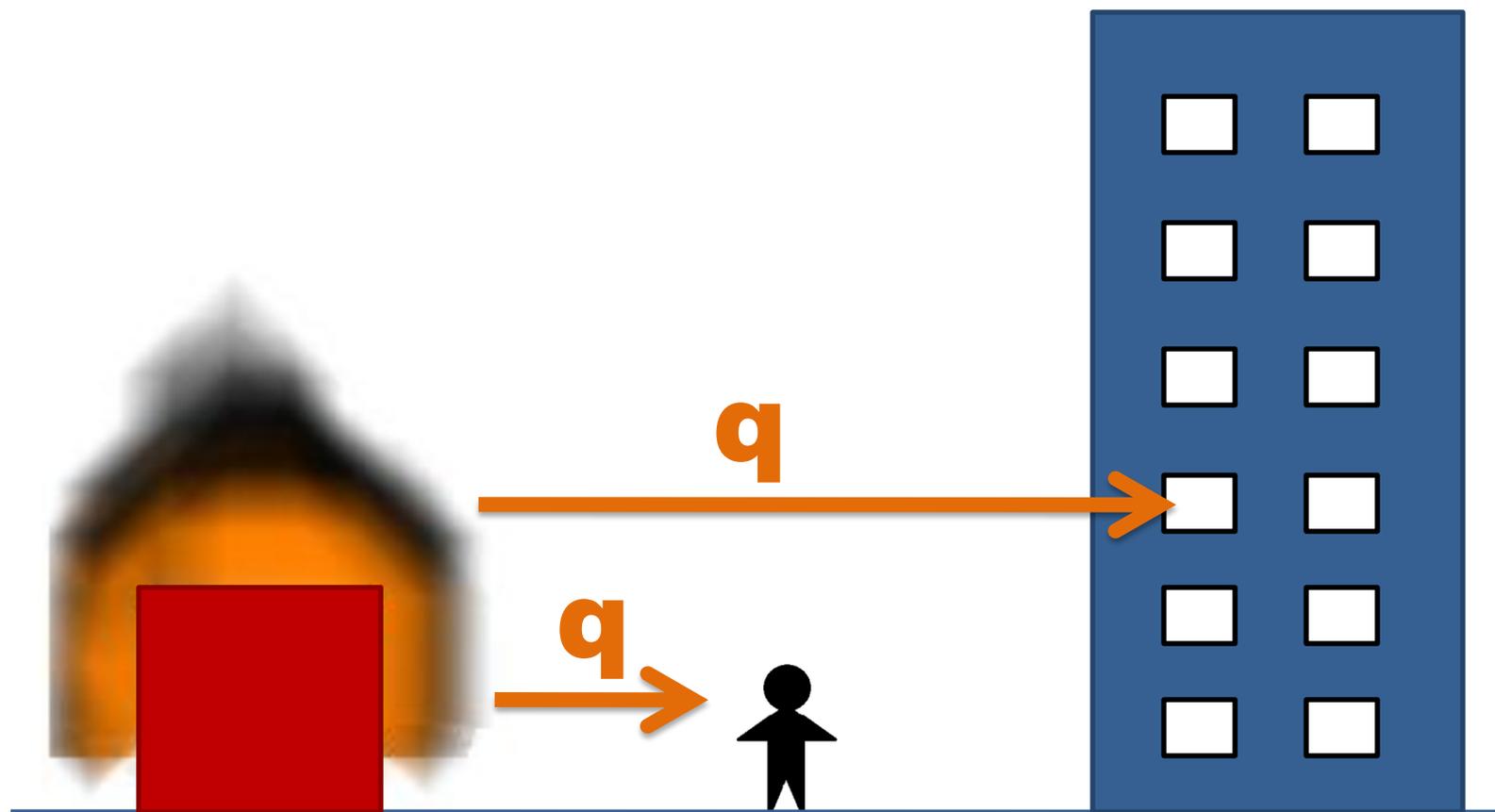
# КРИТЕРИЙ 4

**АБСОЛЮТНЫЙ**

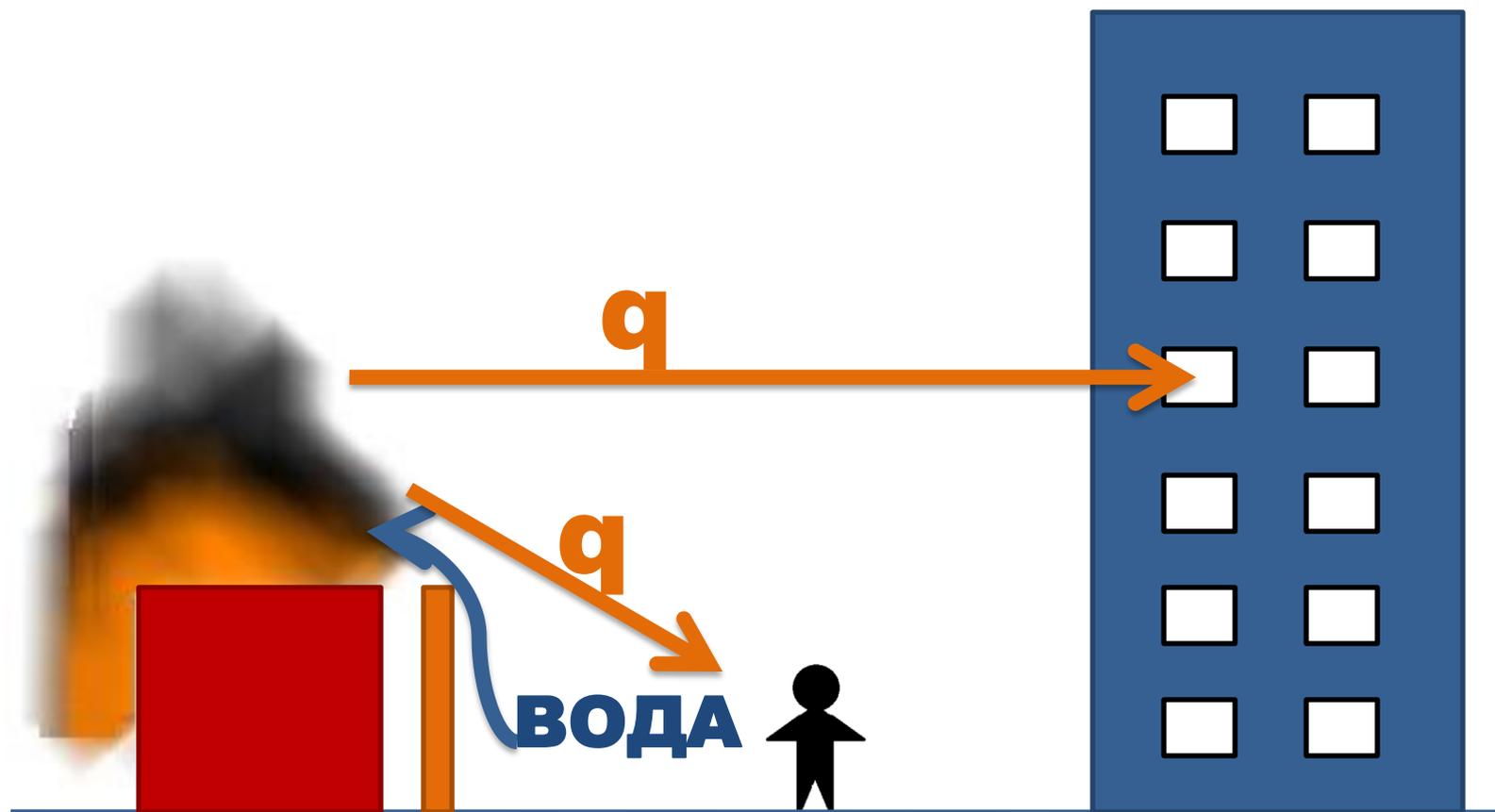
**ПО ИЗЛУЧЕНИЮ**

$$q \leq q_{\text{ч.б.о.}}$$

# РАСЧЕТНАЯ МОДЕЛЬ

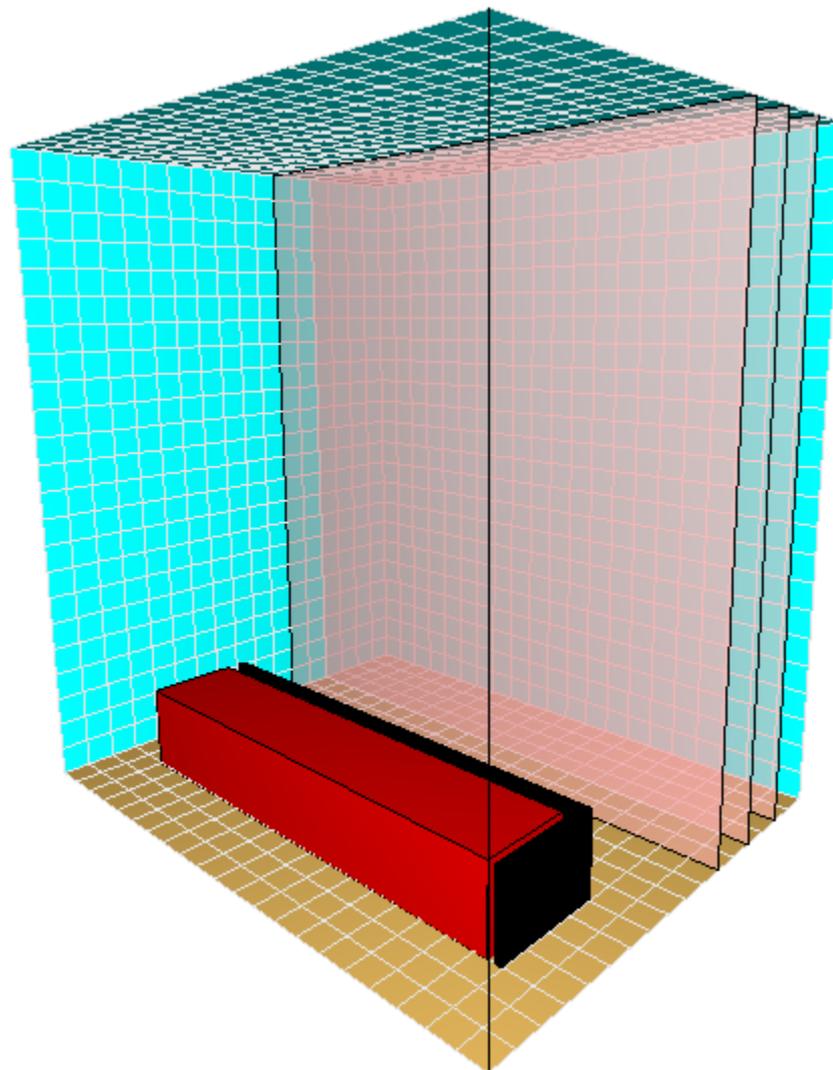


# РАСЧЕТНАЯ МОДЕЛЬ



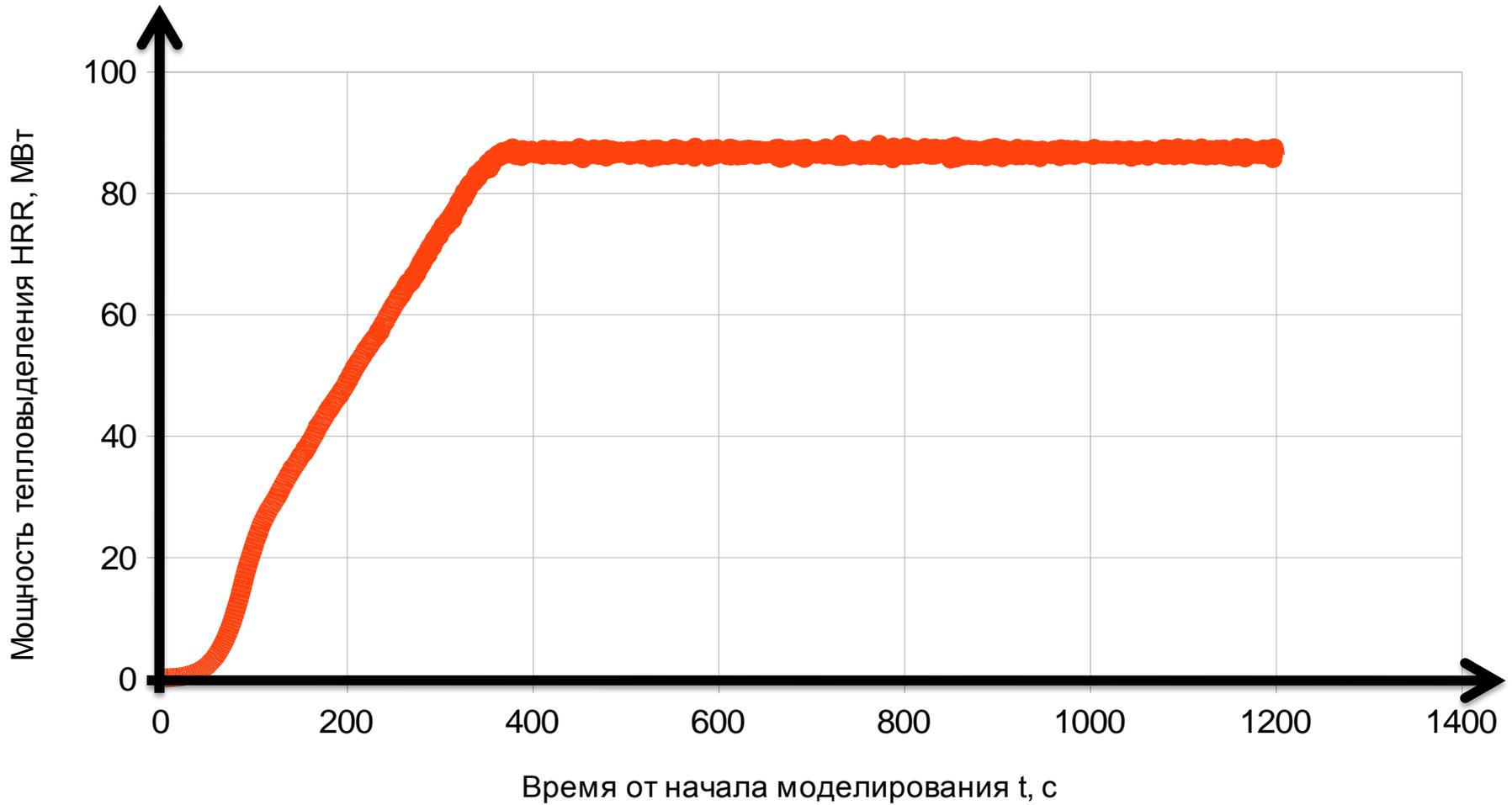
# РАСЧЕТНАЯ МОДЕЛЬ

FDS 6



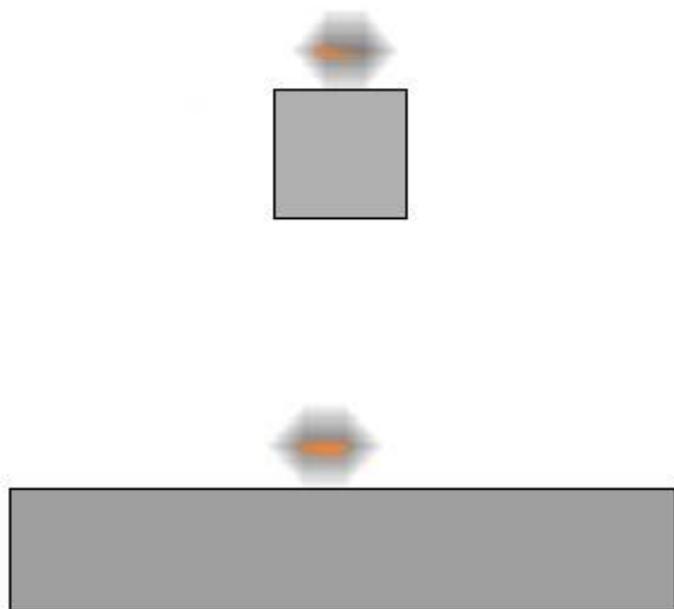
**Нагрузка: П5000 М5-1**

# РЕЗУЛЬТАТЫ МОЩНОСТЬ

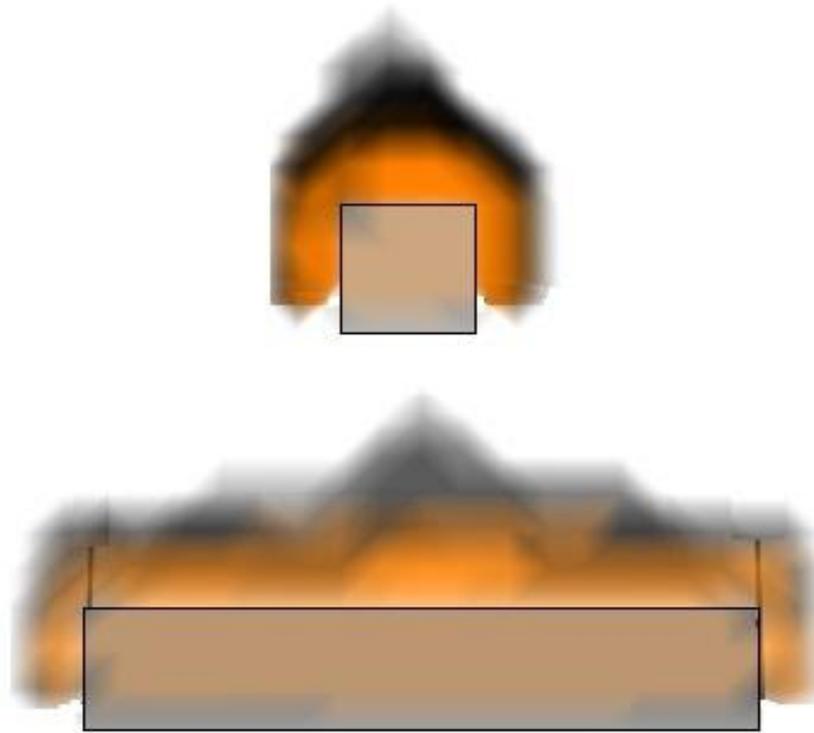


# ПЛАМЯ

**1 мин  
(высота 2м)**



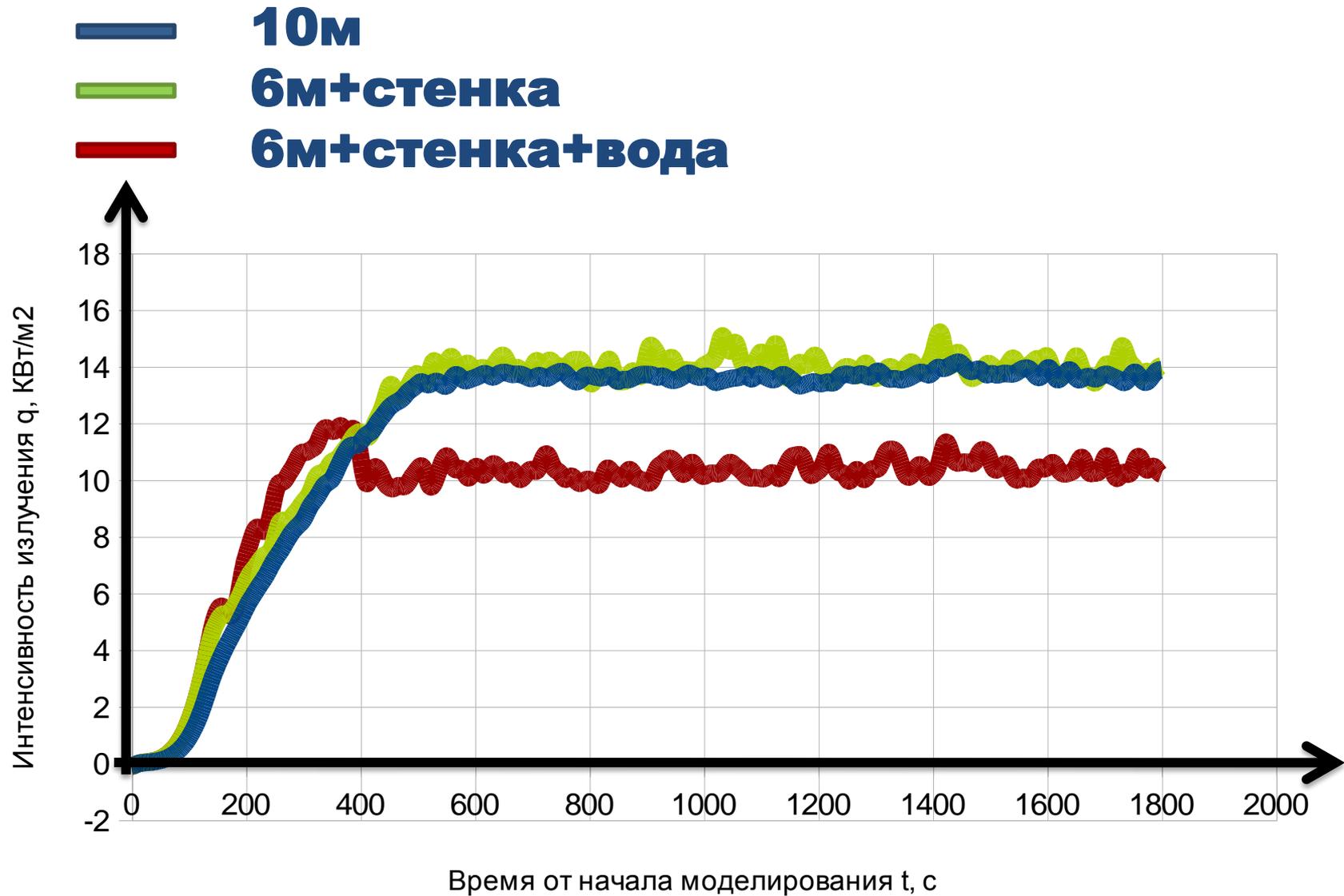
**10 мин  
(высота 5м)**



# ОЦЕНКА ПРИ ВЕРИФИКАЦИИ РАСЧЕТА

	<b>РОЙТМАН</b>	<b>SFPE</b>	<b>РАСЧЕТ</b>
<b>ВЫСОТА ПЛАМЕНИ, м</b>	–	<b>2,8</b>	<b>2,9</b>
<b>УСРЕДНЕННАЯ ТЕМПЕРАТУРА В ЗОНЕ ГОРЕНИЯ, °С</b>	<b>1300</b>	–	<b>1370</b>
<b>ТЕМПЕРАТУРА ГОРЯЧЕГО СЛОЯ, °С</b>	–	<b>336</b>	<b>345</b>
<b>ИНТЕНСИВНОСТЬ ИЗЛУЧЕНИЯ, КВт/м<sup>2</sup></b>	<b>2,68</b>	<b>3,11</b>	<b>3,3</b>

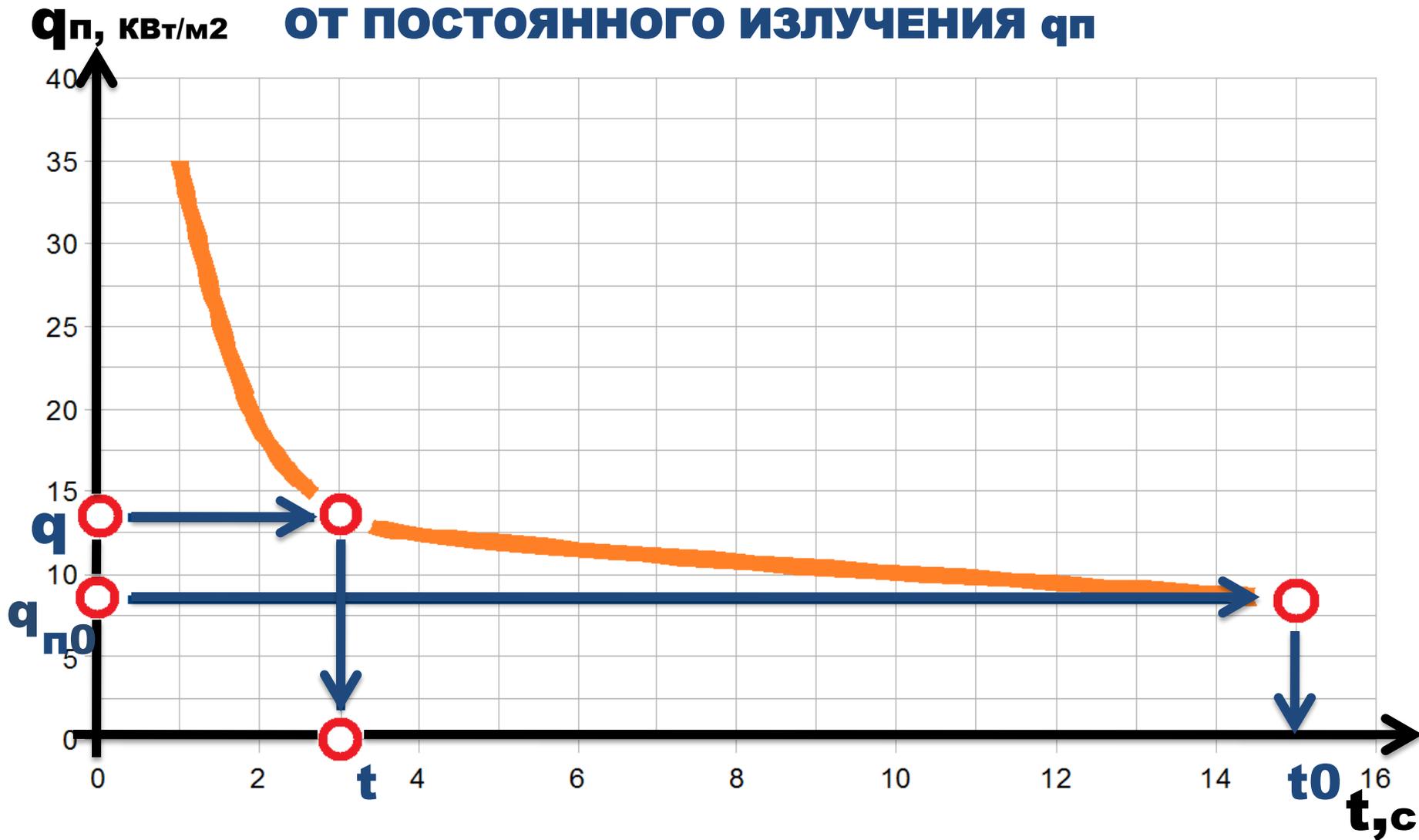
# РЕЗУЛЬТАТЫ КРИТЕРИЙ 1



# КРИТЕРИЙ 2

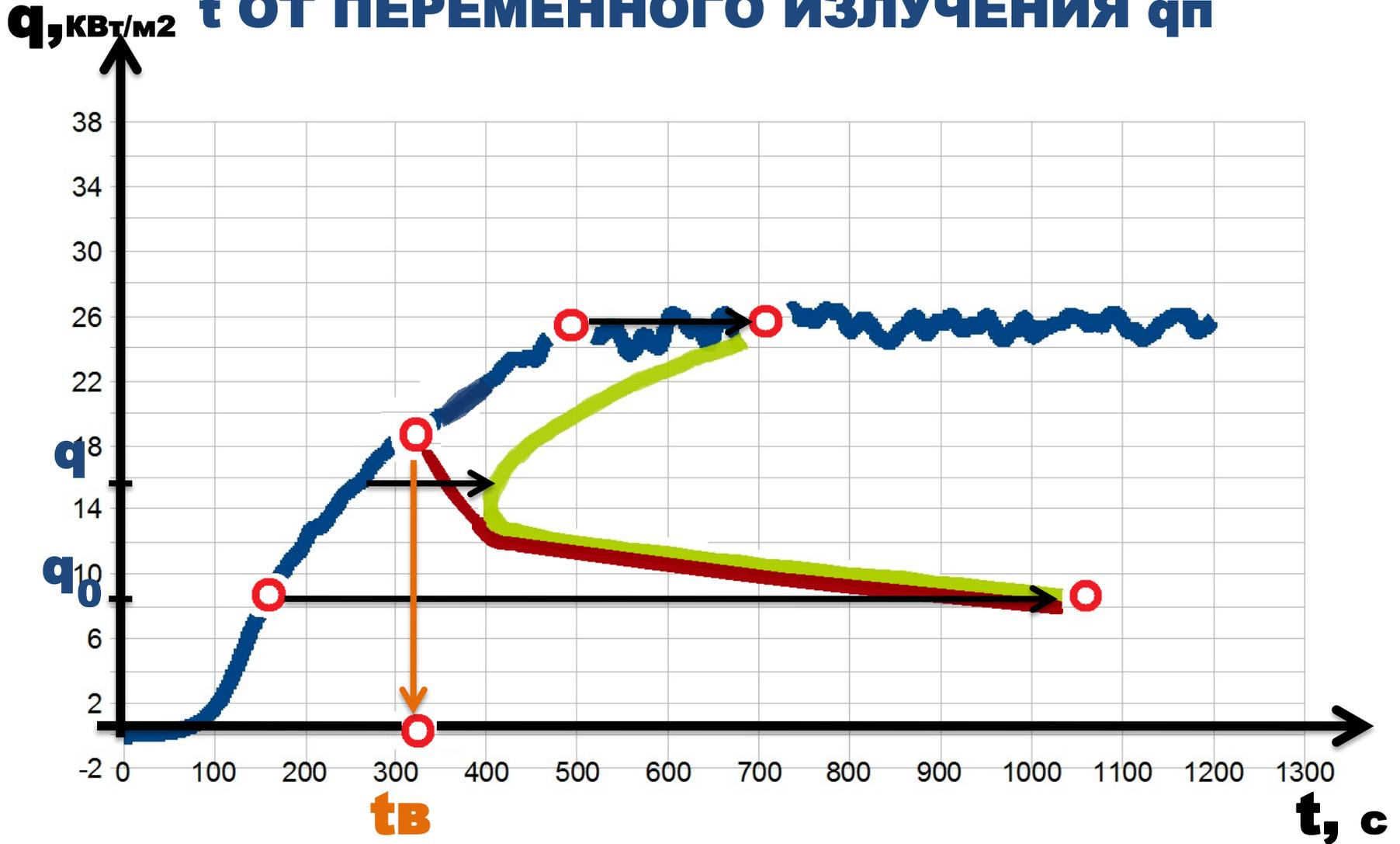
## МЕТОДИКА

### ГРАФИК ЗАВИСИМОСТИ ВРЕМЕНИ ВОЗГОРАНИЯ $t_{пв}$ ОТ ПОСТОЯННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ $q_{п}$



# КРИТЕРИЙ 2 МЕТОДИКА

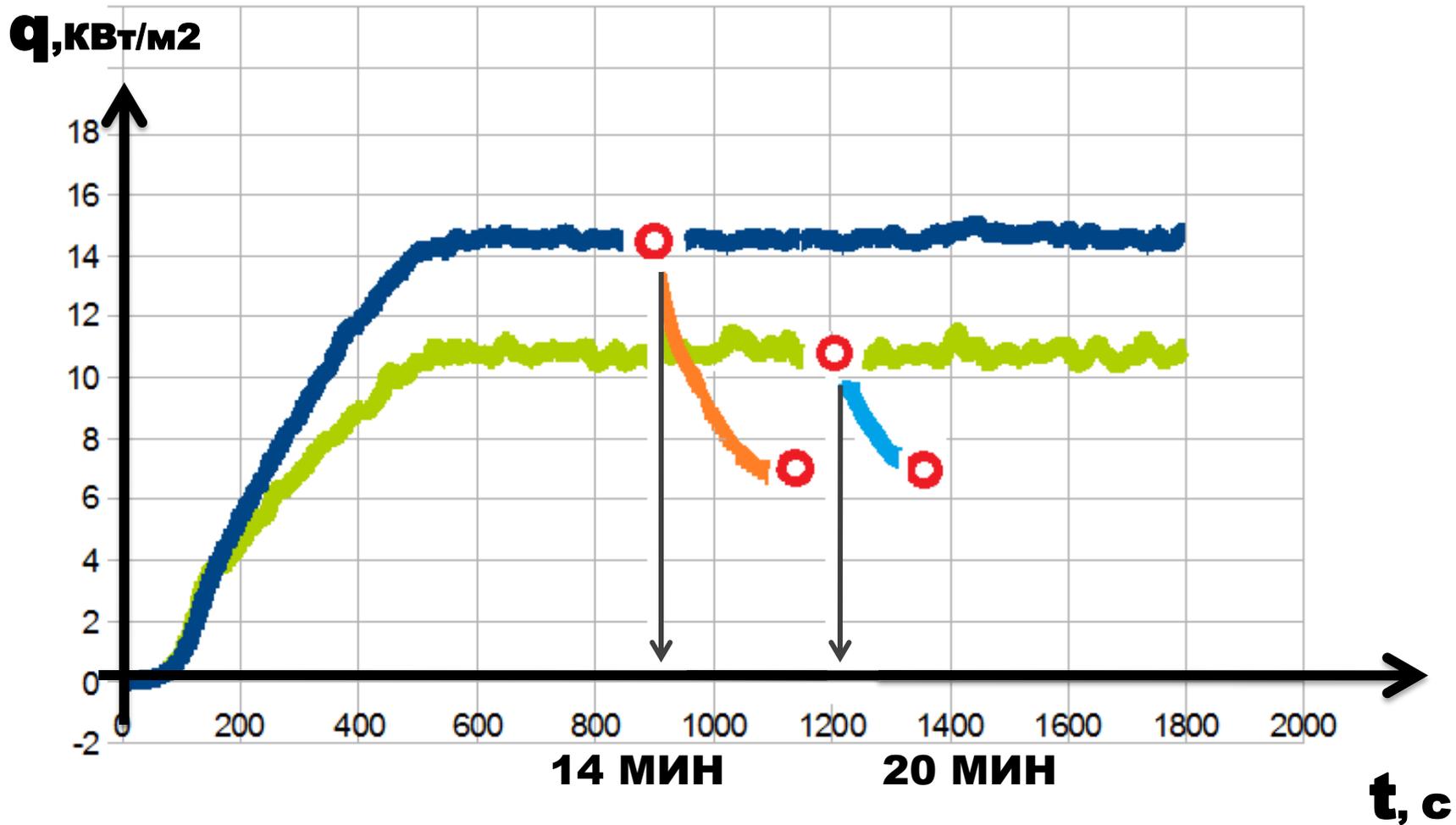
## ГРАФИК ЗАВИСИМОСТИ ВРЕМЕНИ ВОЗГОРАНИЯ $t$ ОТ ПЕРЕМЕННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ $q_p$



# КРИТЕРИИ 2, 3

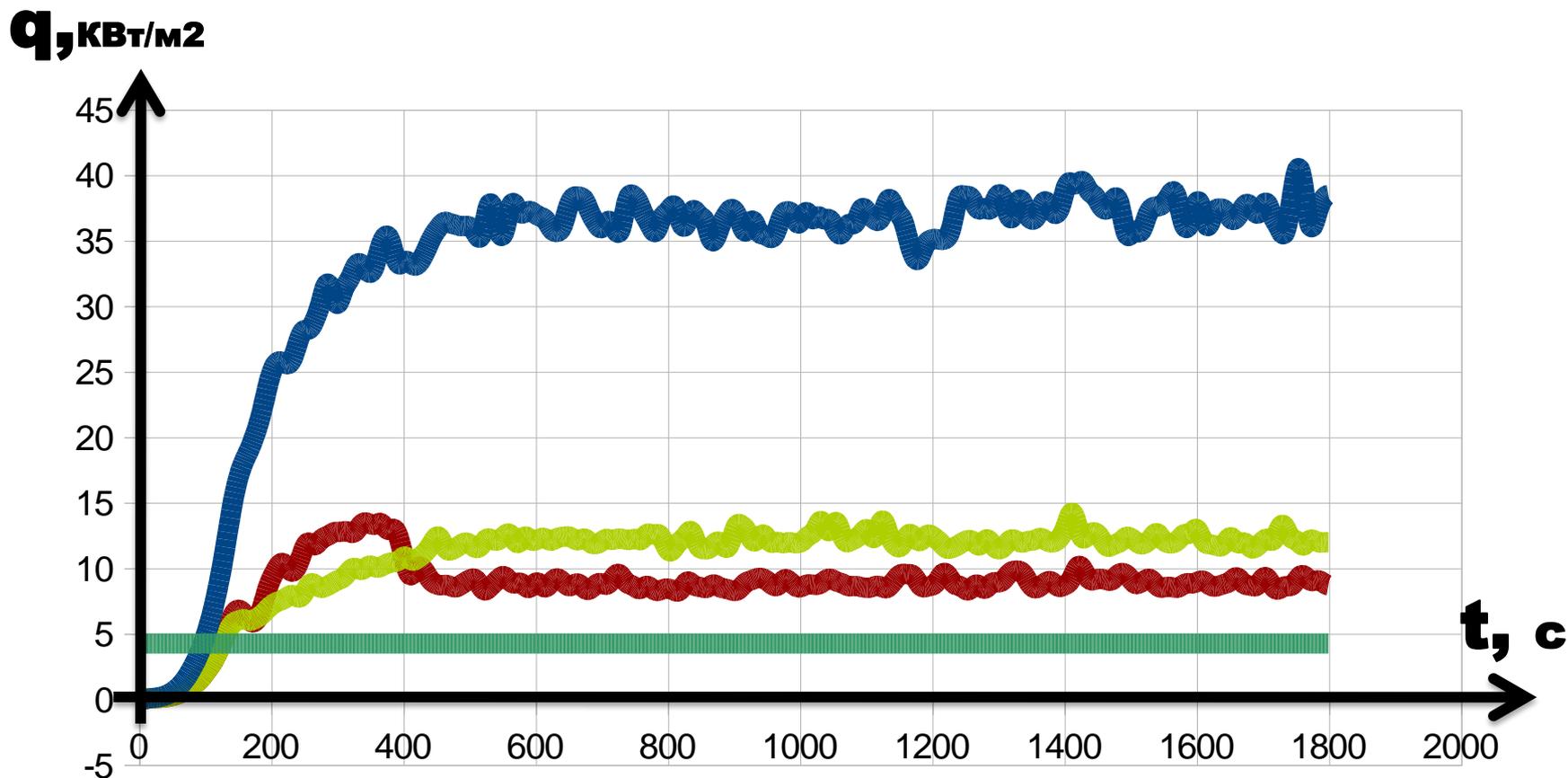
—  $q(10)$   
—  $q(6м+ПЗ)$

—  $tв(10)$   
—  $tв(6+ПЗ)$



# КРИТЕРИЙ 4

- 10 м
- 6м+стенка
- 6м+стенка+вода
- Безопасно для человека в брезентовой одежде



# АНАЛИЗ РАСЧЕТНОЙ МОДЕЛИ

**ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**



**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ**

**ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ  
МОДЕЛЬ**

**СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ**

**ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ РАСЧЕТА**



**РАСЧЕТНАЯ МОДЕЛЬ**

# АНАЛИЗ РАСЧЕТНОЙ МОДЕЛИ

## ТАБЛИЦА РАНЖИРОВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ В FDS 6

<b>1</b>	<b>ГИДРОДИНАМИКА</b>	<b>+</b>
<b>2</b>	<b>ГОРЕНИЕ</b>	<b>+++</b>
<b>3</b>	<b>ИЗЛУЧЕНИЕ</b>	<b>+++</b>
<b>4</b>	<b>ФИЗИКА ТВЕРДЫХ ТЕЛ</b>	
<b>5</b>	<b>АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ</b>	
<b>6</b>	<b>ЭВАКУАЦИЯ</b>	

# АНАЛИЗ РАСЧЕТНОЙ МОДЕЛИ

## РАНЖИРОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ

<b>1.</b>	<b>ГИДРОДИНАМИКА</b>	
	<b>1.1.ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОС 3D</b>	<b>+</b>
	<b>1.2.ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОС 1D</b>	<b>-</b>
	<b>1.3.ТУРБУЛЕНТНОСТЬ</b>	<b>+</b>
	<b>1.4.ЛАГРАНЖЕВЫ ЧАСТИЦЫ</b>	<b>+++</b> (ТУШЕНИЕ ВОДОЙ)
	<b>1.4.ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ</b>	<b>+++</b> (ТУШЕНИЕ ВОДОЙ)

# АНАЛИЗ РАСЧЕТНОЙ МОДЕЛИ

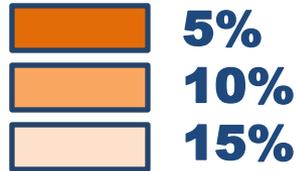
## РАНЖИРОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ

<b>2.</b>	<b>ГОРЕНИЕ</b>	<b>+++</b>
	<b>2.1.1. ПИРОЛИЗ ПРОСТОЙ</b>	<b>+</b>
	<b>2.1.1. ПИРОЛИЗ СЛОЖНЫЙ</b>	<b>-</b>
	<b>2.2. ДИФфуЗНОЕ ГОМОГЕННОЕ ГОРЕНИЕ</b>	<b>+++</b>
	<b>2.3. ВЫДЕЛЕНИЕ ЧАСТИЦ И АЭРОЗОЛИ</b>	<b>-</b>
<b>3.</b>	<b>ИЗЛУЧЕНИЕ</b>	<b>+++</b>

# НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ ЧИСЛЕННОЙ МОДЕЛИ

## ВАЛИДАЦИЯ: ИЗЛУЧЕНИЕ ПЛАМЕНИ

### НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ:



$q$ , кВт/м<sup>2</sup>

26

ЭКСПЕРИМЕНТ  
LOURIE

ЭКСПЕРИМЕНТ  
NIST WTC

РАСЧЕТ



0,2

2

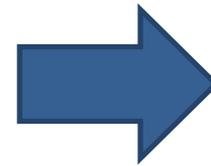
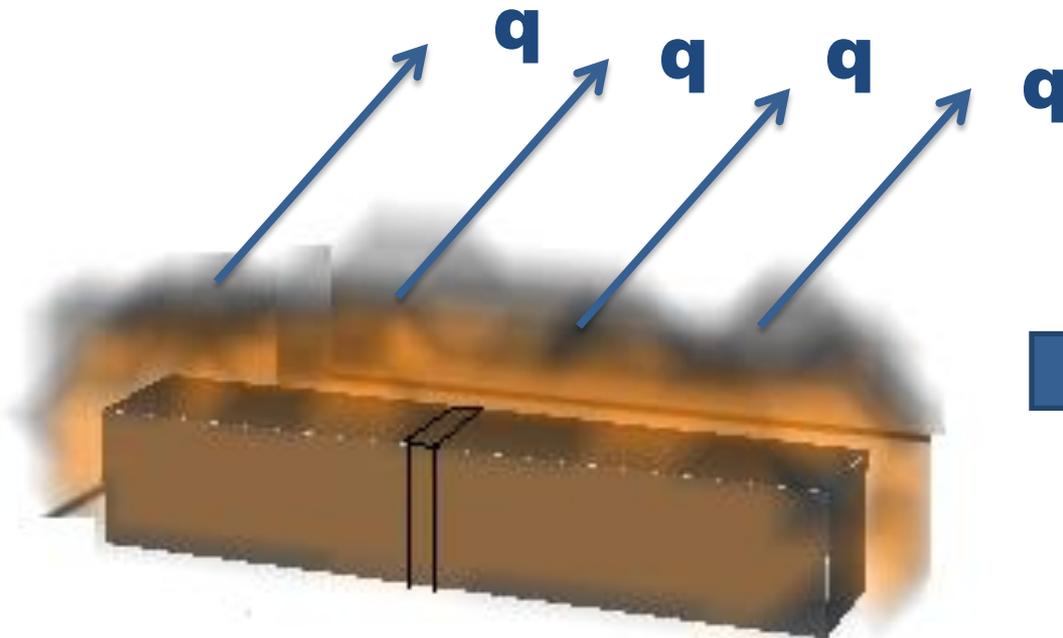
80

Мощность пожара, МВт

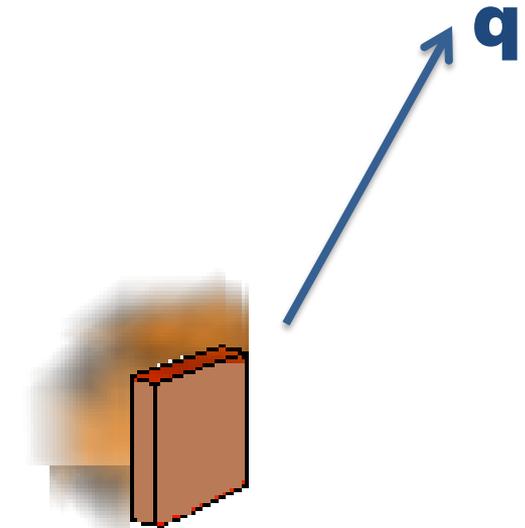


# НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ ЧИСЛЕННОЙ МОДЕЛИ

**3D**  
**(80 МВт/16М)**



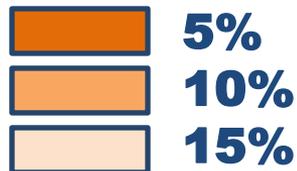
**2D**  
**(5МВт/1М)**



# НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ ЧИСЛЕННОЙ МОДЕЛИ

## ВАЛИДАЦИЯ: ИЗЛУЧЕНИЕ ПЛАМЕНИ

### НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ:



$q$ , кВт/м<sup>2</sup>

26

ЭКСПЕРИМЕНТ  
LOURIE

ЭКСПЕРИМЕНТ  
NIST WTC

РАСЧЕТ 2D

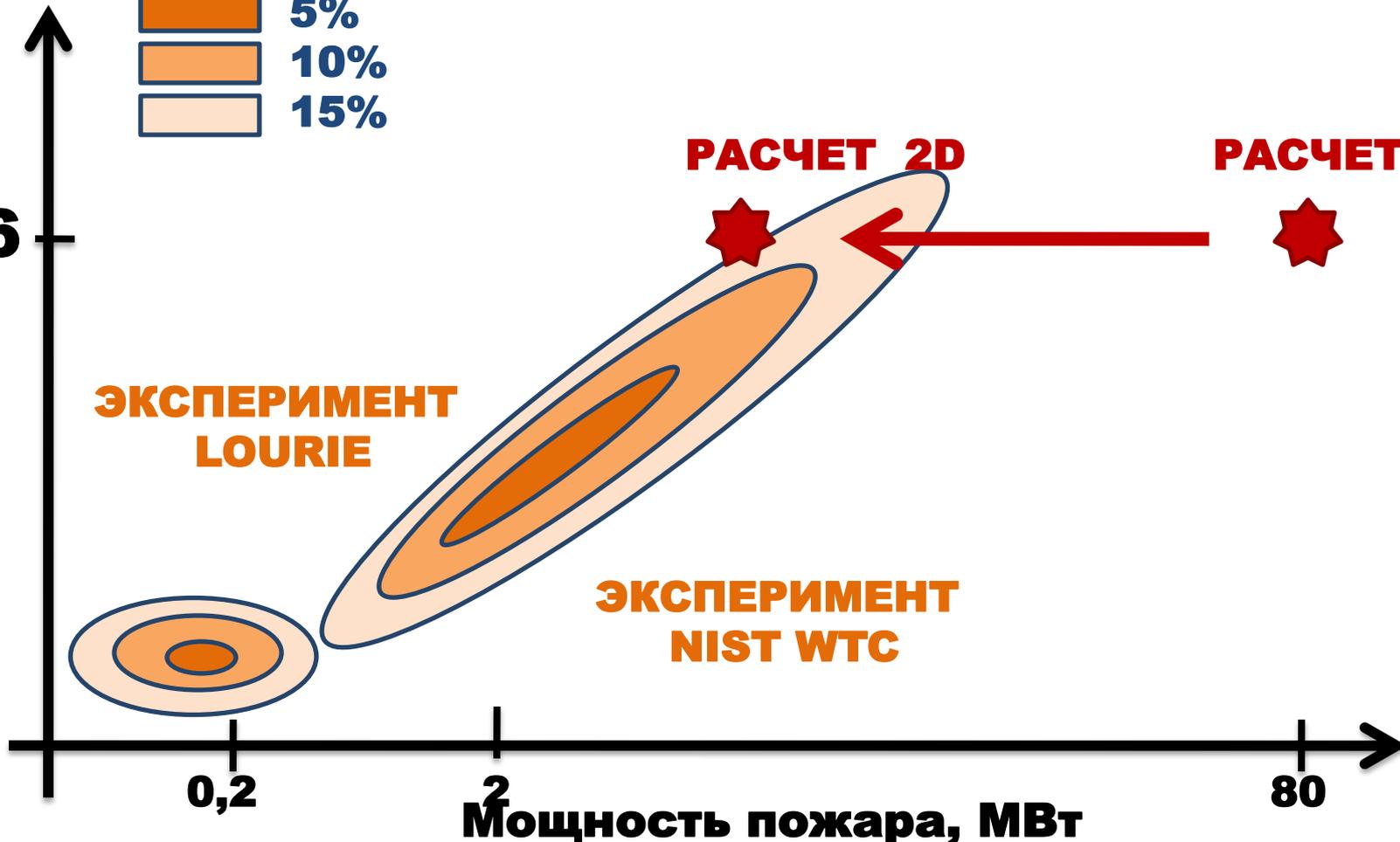
РАСЧЕТ 3D

0,2

2

Мощность пожара, МВт

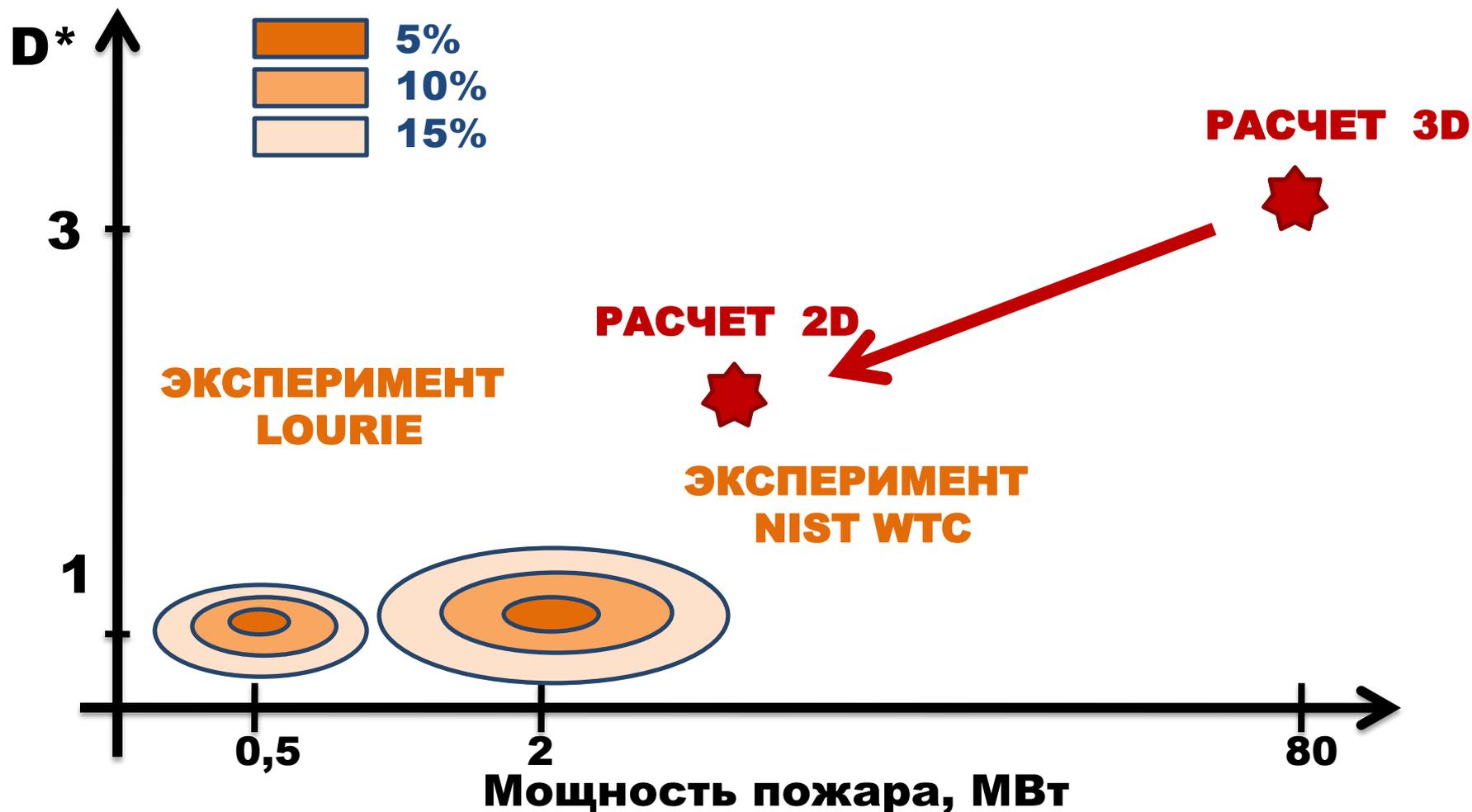
80



# НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ ЧИСЛЕННОЙ МОДЕЛИ

## ВАЛИДАЦИЯ: МОЩНОСТЬ ПОЖАРА

НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ:



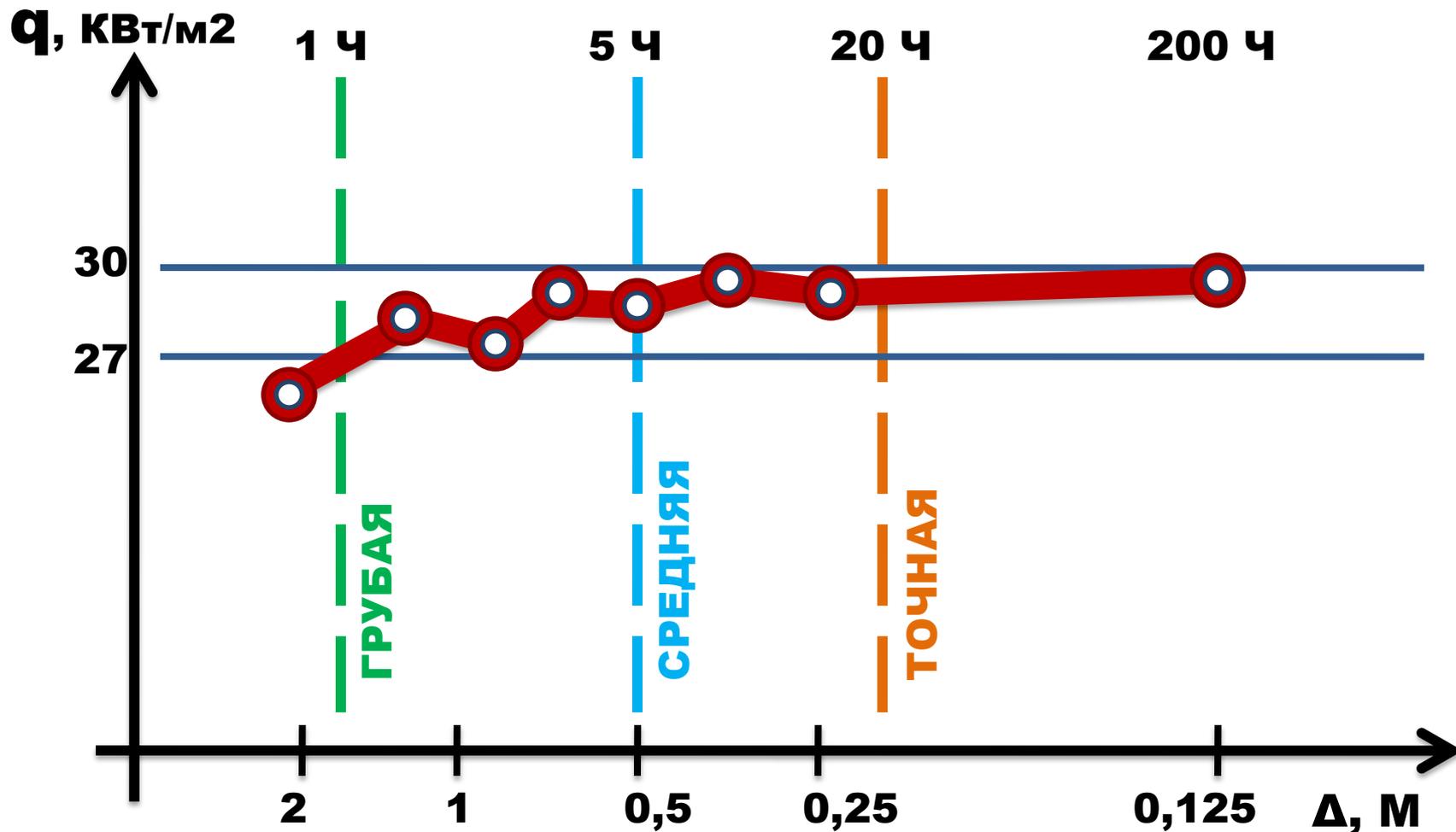
# НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ ЧИСЛЕННОЙ МОДЕЛИ

**НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ  
МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ**

**ОКОЛО 20%**

# НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ ЧИСЛЕННОЙ МОДЕЛИ

## ВЕРИФИКАЦИЯ: СХОДИМОСТЬ ДИСКРЕТИЗАЦИИ СЕТКИ



# НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ ЧИСЛЕННОЙ МОДЕЛИ

**НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ  
ЧИСЛЕННОГО МЕТОДА  
ОКОЛО 10%**

# НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ ЧИСЛЕННОЙ МОДЕЛИ

КОЭФФИЦИЕНТЫ ЗАПАСА:

**СРАВНИТЕЛЬНЫЕ КРИТЕРИИ:**

$$K = 1,1$$

**АБСОЛЮТНЫЕ КРИТЕРИИ:**

$$K = 1,3$$

# ВЫВОД

**ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ  
РАЗРАБОТАННОЙ РАСЧЕТНОЙ  
МОДЕЛИ, С УЧЕТОМ  
КОЭФФИЦИЕНТОВ ЗАПАСА,  
ВОЗМОЖНО ЗАПРОЕКТИРОВАТЬ  
ЗАЩИТНОЕ СООРУЖЕНИЕ С  
ПАРАМЕТРАМИ:**

- ВЫСОТА СТЕНКИ = ?**
- ПОДАЧА ВОДЫ = ?**

**СПАСИБО  
ЗА ВНИМАНИЕ**

**Грачёв Владимир Юрьевич  
ООО «СИТИС»**