



УКРАИНСКИЙ ЦЕНТР  
СТАЛЬНОГО  
СТРОИТЕЛЬСТВА

# ОГНЕЗАЩИТА СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

## ПУТИ СНИЖЕНИЯ СТОИМОСТИ

### ЭФФЕКТИВНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Константин Калафат  
Руководитель комитета по огнезащите

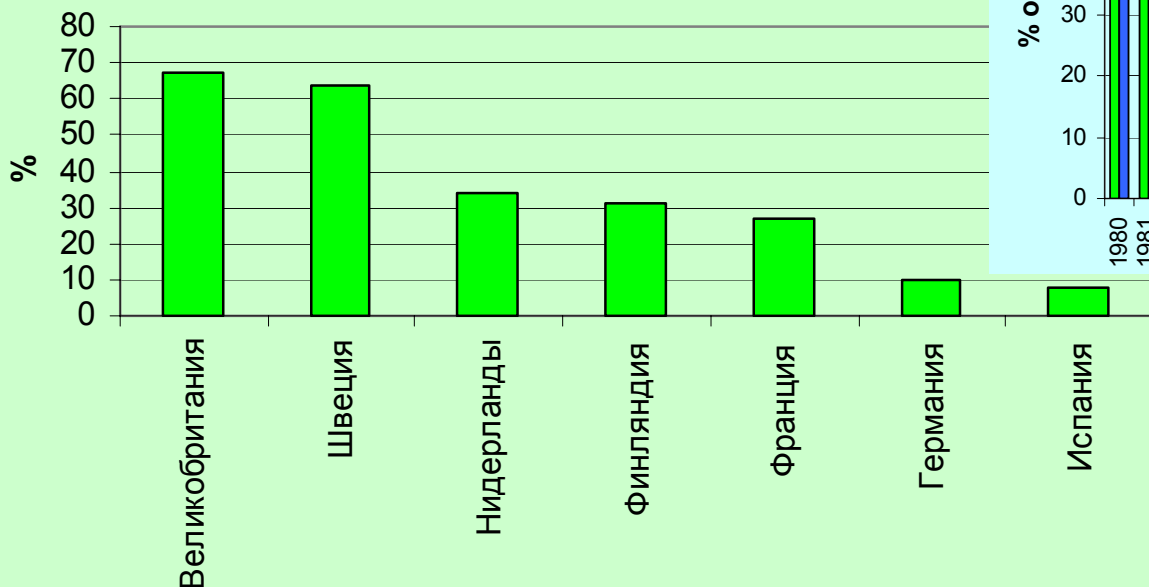
# ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

## ЕВРОПЕЙСКИЙ ОПЫТ

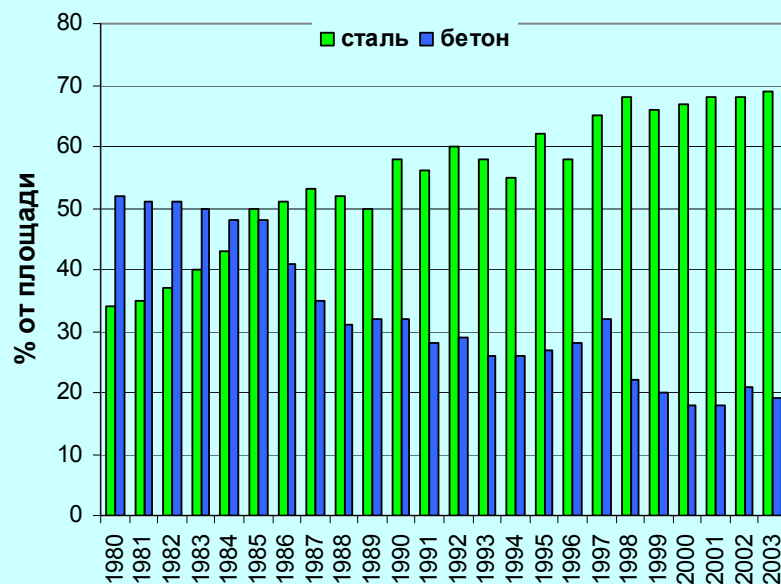
**ОДНА ИЗ ОСНОВНЫХ ПРИЧИН, ОБЪЯСНЯЮЩИХ РАЗЛИЧИЯ:**

**- подход к проектированию  
систем пожарной безопасности**

**Доля рынка стального многоэтажного  
строительства**



**Сталь и бетон в многоэтажном строительстве  
Великобритании**



**-слабые знания проектировщиков  
фактического поведения  
стальных конструкций  
в случае пожара**

# ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

## МИРОВОЙ ОПЫТ В ОГНЕВЫХ ИСПЫТАНИЯХ



**Австралия**



**Новая Зеландия**



**Германия**



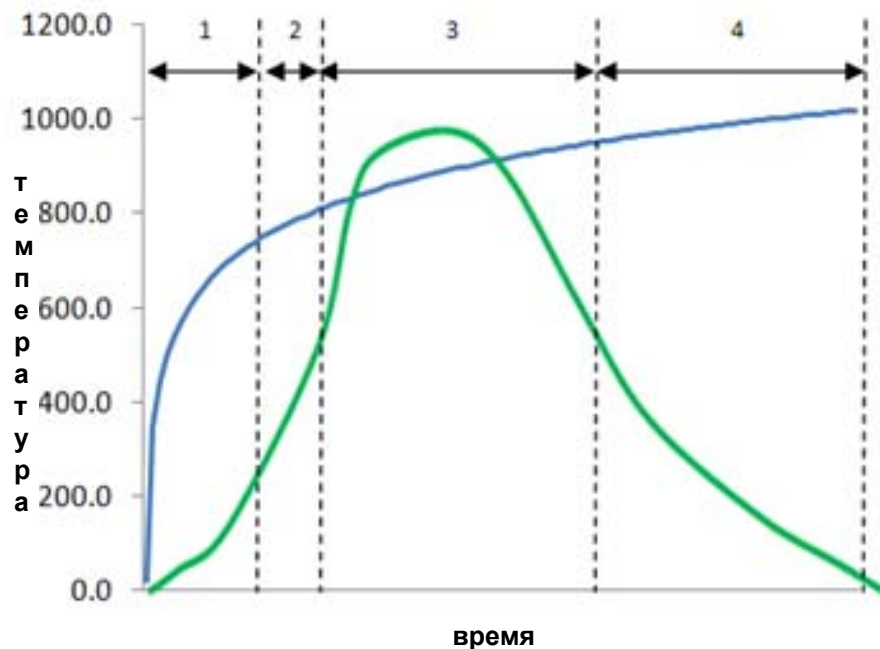
**Великобритания**



**-исследования поведения реальных  
стальных конструкций в составе  
многоэтажных зданий**

# ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

## МИРОВОЙ ОПЫТ В ПРОВЕДЕНИИ ИСПЫТАНИЙ



кривая «стандартного»  
пожара

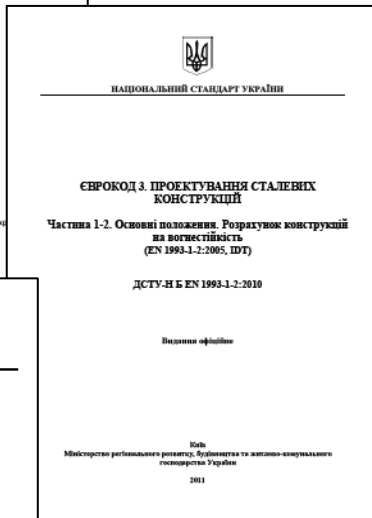
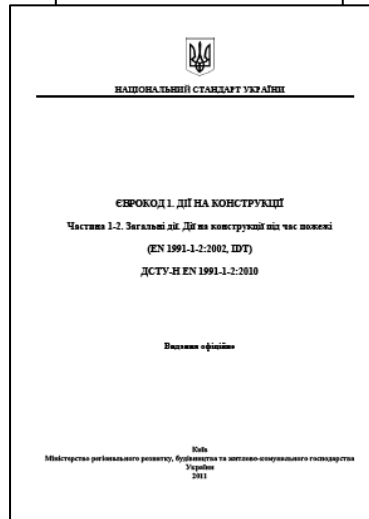
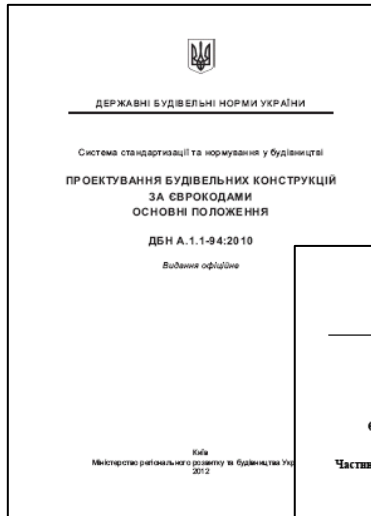
кривая реального  
пожара

**Кривая «стандартного» пожара:**

- не учитывает поведение конструкций во взаимосвязи с другими конструкциями в противопожарном отсеке;
- никогда не идет вниз;
- не зависит от пожарной нагрузки в помещении и условий вентиляции



# ВВЕДЕНИЕ ЕВРОКОДОВ ПРЕИМУЩЕСТВА



**ЕВРОКОДЫ – это набор европейских стандартов (EN) для проектирования зданий и сооружений и для строительных продуктов, разработанные Comite Europeen de Normalisation (CEN).**

**Еврокоды включают в себя национальный опыт и результаты исследований, а так же экспертизу технического комитета CEN 250 (CEN/TC250) и международных технических и научных организаций, и представляют собой международные стандарты по проектированию конструкций.**

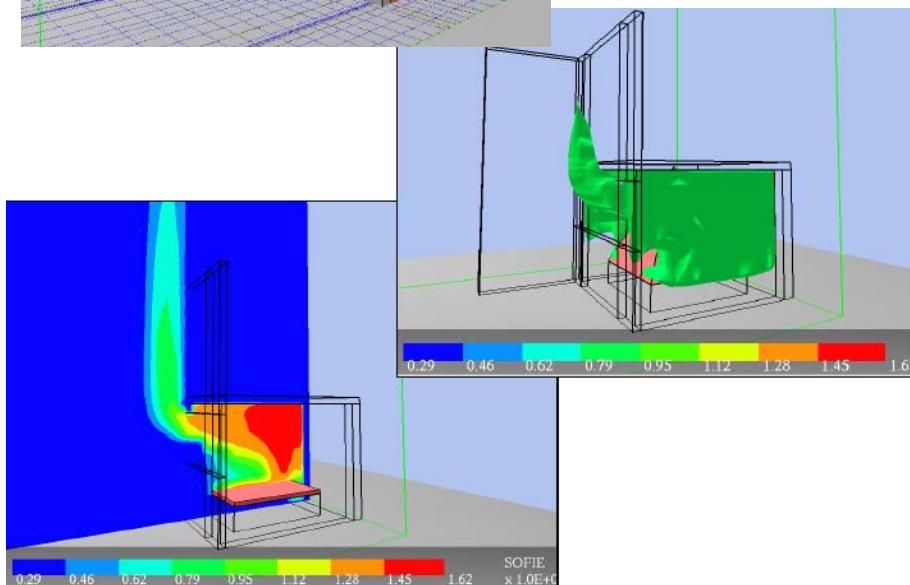
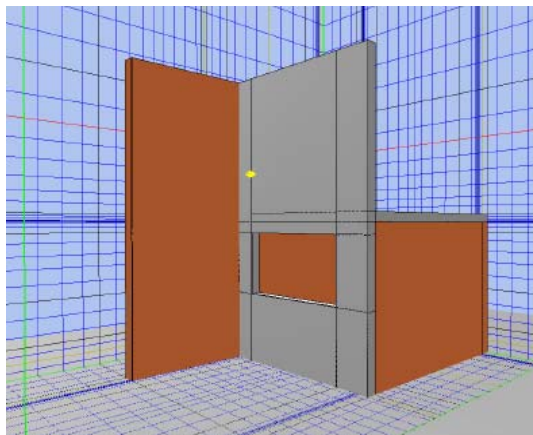
**При проектировании строительных конструкций по Еврокодам, для определения огнестойкости применяются:**

- Упрощенные расчетные модели;**
- Уточненные расчетные модели;**
- Табличные данные;**
- Огневые испытания.**



# ЕВРОКОД 1, ЕВРОКОД 3

## РАСЧЕТ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА ОГНЕСТОЙКОСТЬ



**Расчет огнестойкости строительных конструкций должен учитывать следующие этапы**

- 1. Выбор соответствующих сценариев пожара;**
- 2. Определение соответствующих температурных режимов;**
- 3. Расчет повышения температуры в строительных конструкциях;**
- 4. Расчет механической работы конструктивной системы в условиях пожара.**

# ЕВРОКОД 1, ЕВРОКОД 3

## РАСЧЕТ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА ОГНЕСТОЙКОСТЬ

### ДИНАМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ВЛИЯЮЩИЕ НА ОГНЕСТОЙКОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

#### ТЕМПЕРАТУРА СРЕДЫ (ПОЖАРА) В ПОМЕЩЕНИИ:

- площадь помещений;
- высота;
- количество окон, их площадь (количество притока воздуха в помещение);
- функциональное использование помещения (пожарная нагрузка в помещении);
- теплофизических свойств материала стен;
- интенсивность развития пожара.

#### СТРОИТЕЛЬНАЯ КОНСТРУКЦИЯ:

- классификация по поперечному сечению (класс 1÷класс 4);
- пространственное расположение в помещении (действия конструкции при пожаре);
- конечный вид огнезащиты (отделки);
- степень использования;
- критическая температура.

#### ВРЕМЯ ОГНЕВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ



# ЕВРОКОД 1, ЕВРОКОД 3

## РАСЧЕТ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА ОГНЕСТОЙКОСТЬ

одна из главных составляющих расчета:

### КРИТИЧЕСКАЯ ТЕМПЕРАТУРА СТАЛИ

Действие элемента  
в случае пожара,  $E_{fi,d}$

Классификация  
конструкций

Сопротивление  
конструкции,  $R_{fi,d}$

Степень  
использования,  $\mu_0$

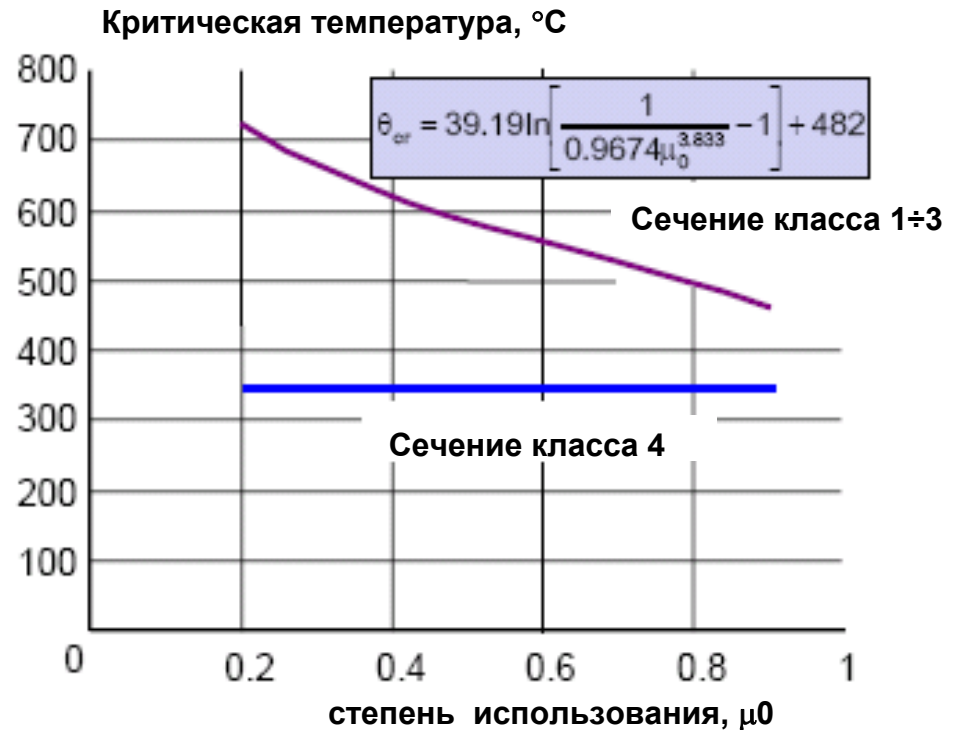




## КРИТИЧЕСКАЯ ТЕМПЕРАТУРА СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

$$\theta_{a,cr} = 39,19 \ln \left[ \frac{1}{0,9674 \mu_0^{3,833}} - 1 \right] + 482$$

Критическую температуру  $\theta_{a,cr}$  углеродистой стали можно вычислить для любой степени использования конструкций  $\mu_0$



\*) основан на стандартных огневых испытаниях

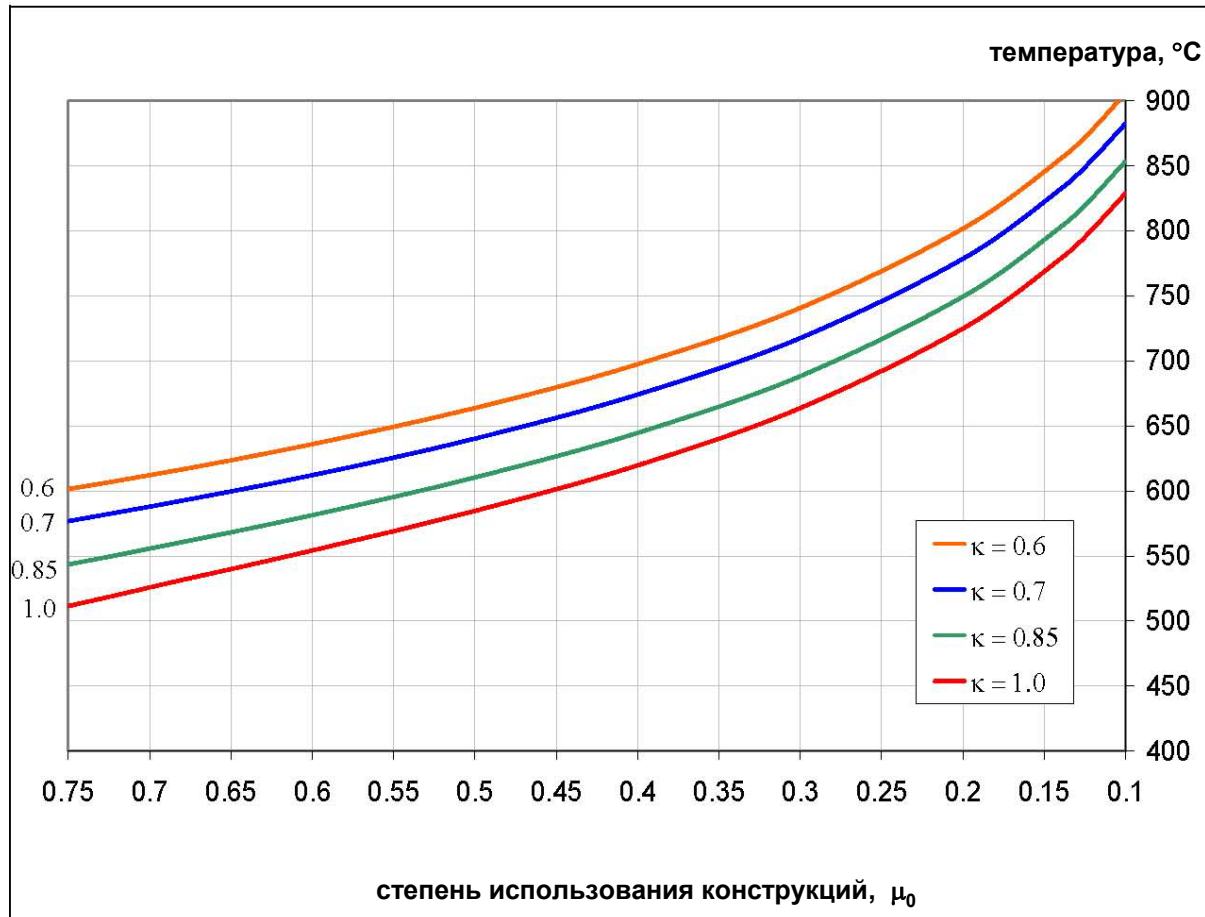
\*\*) только для простых конструкций

# ЕВРОКОД 1, ЕВРОКОД 3

## РАСЧЕТ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА ОГНЕСТОЙКОСТЬ

### КРИТИЧЕСКАЯ ТЕМПЕРАТУРА СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Критическая температура в зависимости от соотношения нагрузки для различных факторов приспособления  $k$



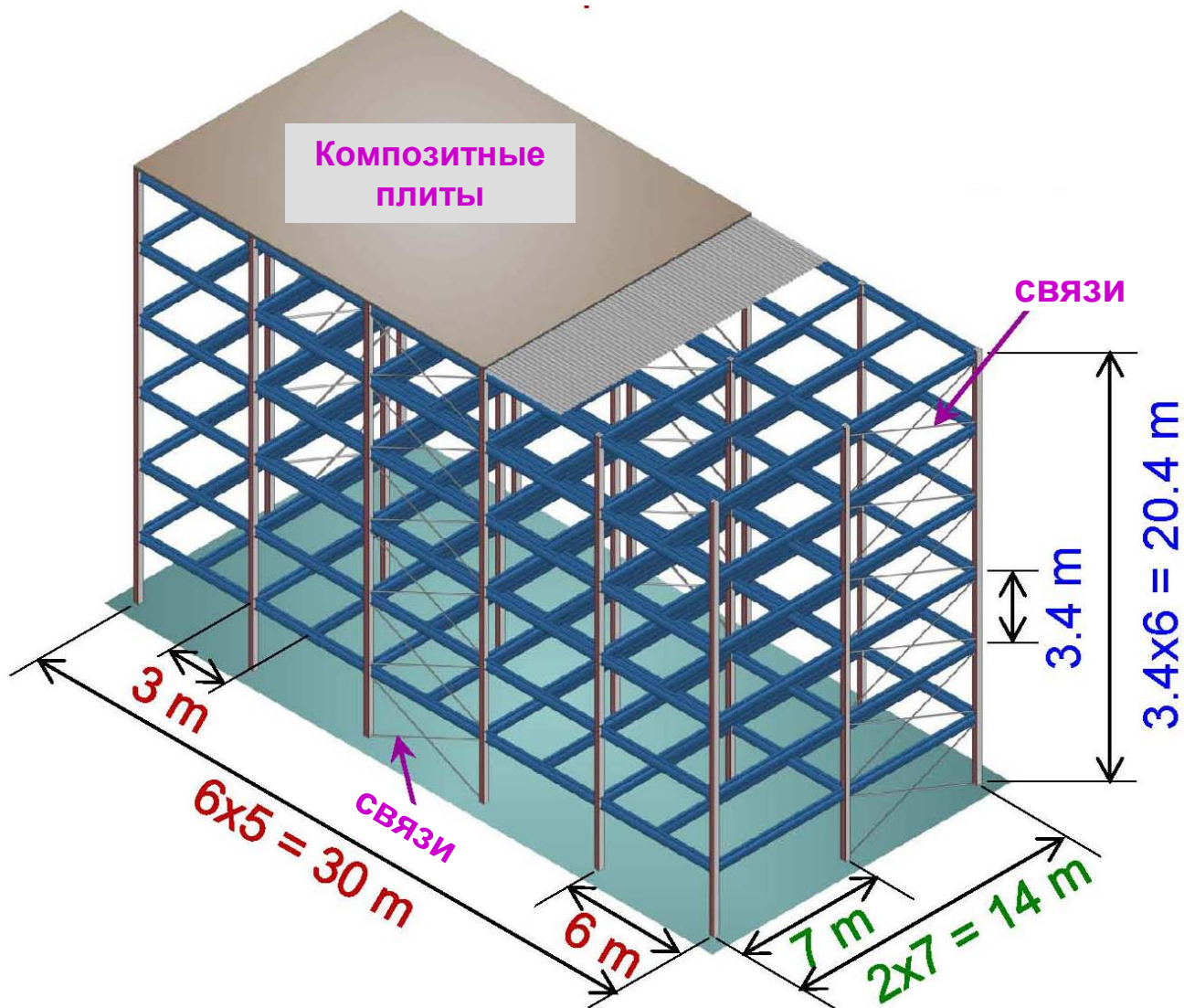
$$\mu_0 = k_1 k_2 \frac{E_{fi,d}}{R_{fi,d,t}}$$

$E_{fi,d}$  расчетное значение результата воздействий во время пожара;  
 $R_{fi,d}$  соответствующее расчетное сопротивление конструкции во время пожара в момент времени  $t$   
 $k_1$  коэффициент неравномерного распределения температуры по ширине поперечного сечения;  
 $k_2$  коэффициент неравномерного распределения температуры по длине балки.

Для балки с четырехсторонним обогревом  $k_1 = 1,0$   
Для защищенной балки с трехсторонним обогревом  $k_1 = 0,85$

Для незащищенной балки с трехсторонним обогревом  $k_1 = 0,7$

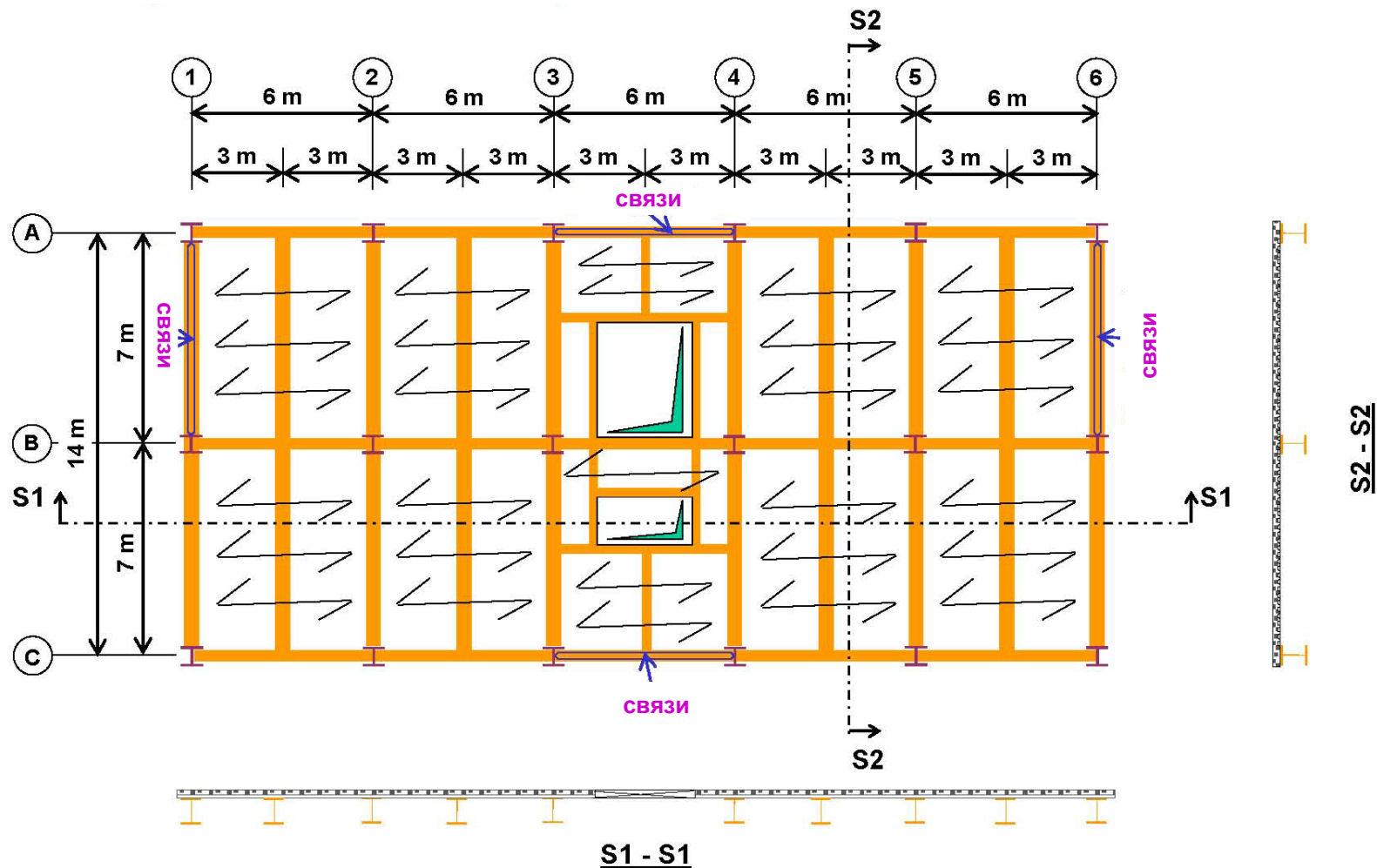
## 6 ЭТАЖНОЕ ОФИСНОЕ ЗДАНИЕ



## ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА ОГНЕСТОЙКОСТЬ

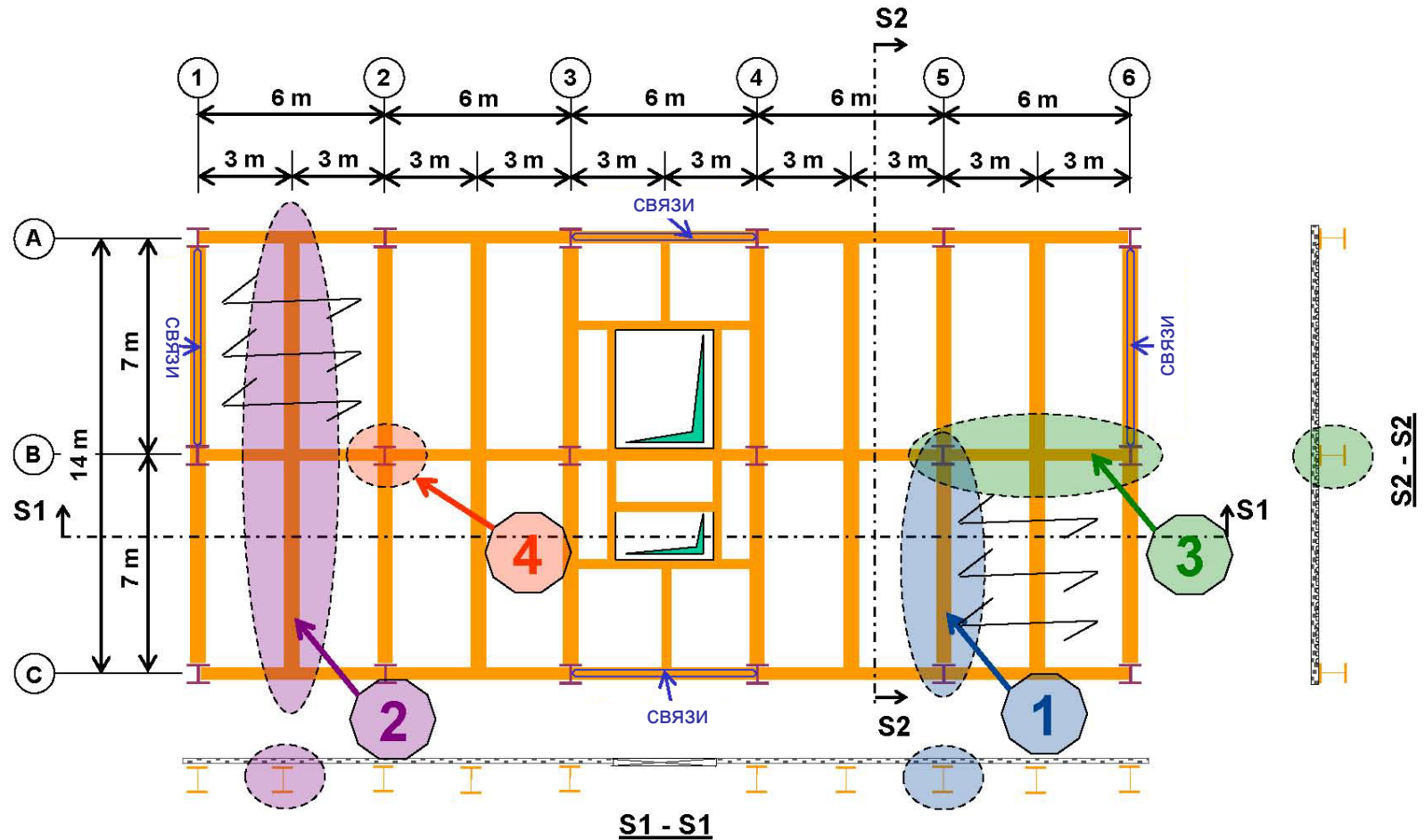
## 6 ЭТАЖНОЕ ОФИСНОЕ ЗДАНИЕ

## план стальных конструкций



## ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА ОГНЕСТОЙКОСТЬ

## рассматриваемые примеры металлоконструкций



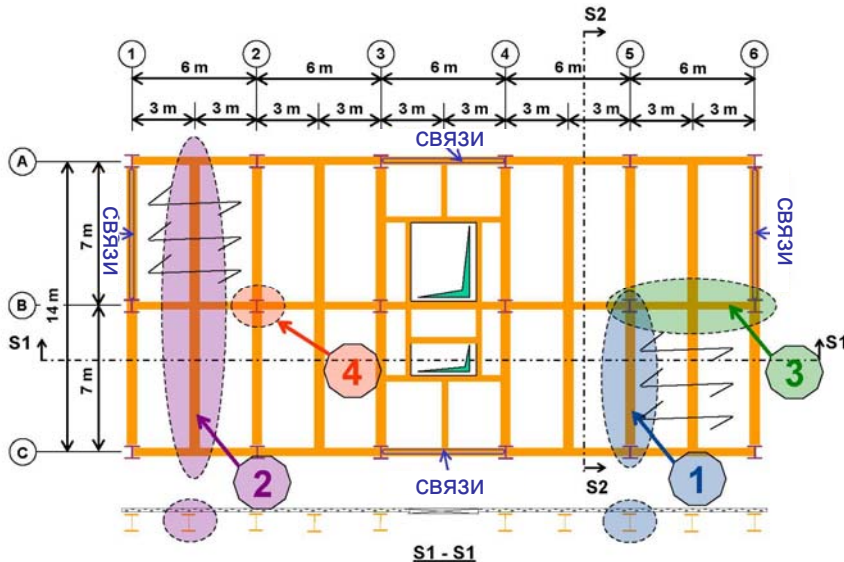


# ЕВРОКОД 1, ЕВРОКОД 3

## ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА ОГНЕСТОЙКОСТЬ

### 6 ЭТАЖНОЕ ОФИСНОЕ ЗДАНИЕ

#### рассматриваемые конструктивные элементы



#### Композитные плиты:

- Общая толщина: 120 мм;
- Профнастил «несъемной опалубки»: 60 мм;
- Толщина стали профнастила: 0,75 мм;
- Постоянная равномерно-распределенная нагрузка 400 кг/м<sup>2</sup>.

#### Общие вторичные балки:

- 1 2 Двутавровая балка №36.

#### Внутренние основные балки:

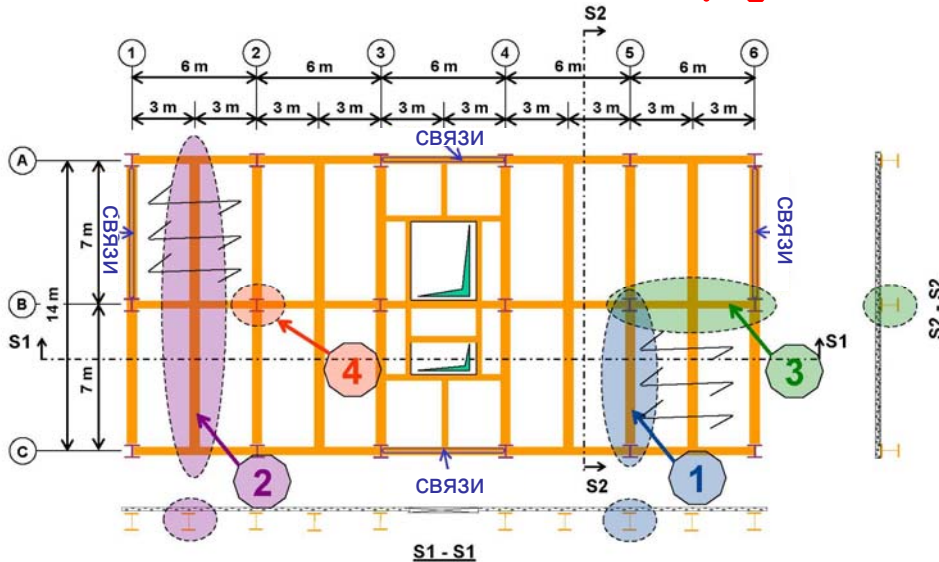
- 3 Двутавр 300×350(h), толщ. полки 18, толщ. стенки 10.

#### Колонны:

- 4 Двутавр 300×300(h), толщ. полки 11, толщ. стенки 19.

## 6 ЭТАЖНОЕ ОФИСНОЕ ЗДАНИЕ

степень использования  $\mu_0$



1 Балка из двутавра №36

$$\mu_0 = 0,308$$

2 Балка из двутавра №36

$$\mu_0 = 0,330$$

3 Балка из двутавра 300×350(h)

$$\mu_0 = 0,376$$

4 Колонна из двутавра 300×300(h)

$$\mu_0 = 0,456$$

критическая температура  $\theta_{Cr}$

$$\theta_{Cr} = 39,19 \ln \left[ \frac{1}{0,9674 \mu_0^{3,833}} - 1 \right] + 482$$

1 660°C      2 649°C      3 629°C      4 560 °C

## ПЕРСПЕКТИВЫ ЭФФЕКТИВНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

### Различные температурные режимы пожара

- Номинальный: традиционный температурный режим (стандартный, внешнего пожара, углеводородного пожара);
- Параметрический: установлен основываясь на модели пожара и удельных физических параметрах, определяющих условия в противопожарном отсеке.

### Унифицирование требований к классу огнестойкости строительных конструкций

#### Снижение классов огнестойкости за счет влияния компенсирующих противопожарных мероприятий

Применение спринклерной системы пожаротушения часто позволяет снизить огнестойкость конструкций с 60 до 30 минут или с 90 до 60 минут.

#### «Мембранный эффект»

Возможность не производить огнезащиту второстепенных балок композитных перекрытий

Назначение	Предел огнестойкости (мин) в зависимости от высотности здания (м)			
	<5	= 18	= 30	>30
Жилое	30	60	90	120
Офисное	30	60	90	120
Торговое	30	60	90	120
Промышленное и склады	60	90	120	120
Открытые стоянки транспорта	15	15	15	90

# ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ЕВРОПЕЙСКИЙ ОПЫТ СТРОИТЕЛЬСТВА



ШВЕЙЦАРИЯ



# ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

## ЕВРОПЕЙСКИЙ ОПЫТ СТРОИТЕЛЬСТВА



**ФРАНЦИЯ**



# ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ЕВРОПЕЙСКИЙ ОПЫТ СТРОИТЕЛЬСТВА

## КИПР



## ВЕЛИКОБРИТАНИЯ



# **СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**

## **Вопросы & Ответы**

**УКРАИНСКИЙ ЦЕНТР СТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА**  
**КОМИТЕТ ПО ОГНЕЗАЩИТЕ**  
**+380 97 357 2339**  
**[info@uscc.com.ua](mailto:info@uscc.com.ua)**  
**[www.uscc.com.ua](http://www.uscc.com.ua)**