



ПОЖТЕХНИКА

Безопасное будущее



ЦИФРА



@FIREPRORU

Результаты моделирования воздействия систем охлаждения на тушение и обнаружение пожара

Вихрук Вадим Григорьевич

Главный инженер проекта ООО «Пожтехника-Проект»



→ firepro.ru

Принцип работы системы охлаждения машинного зала

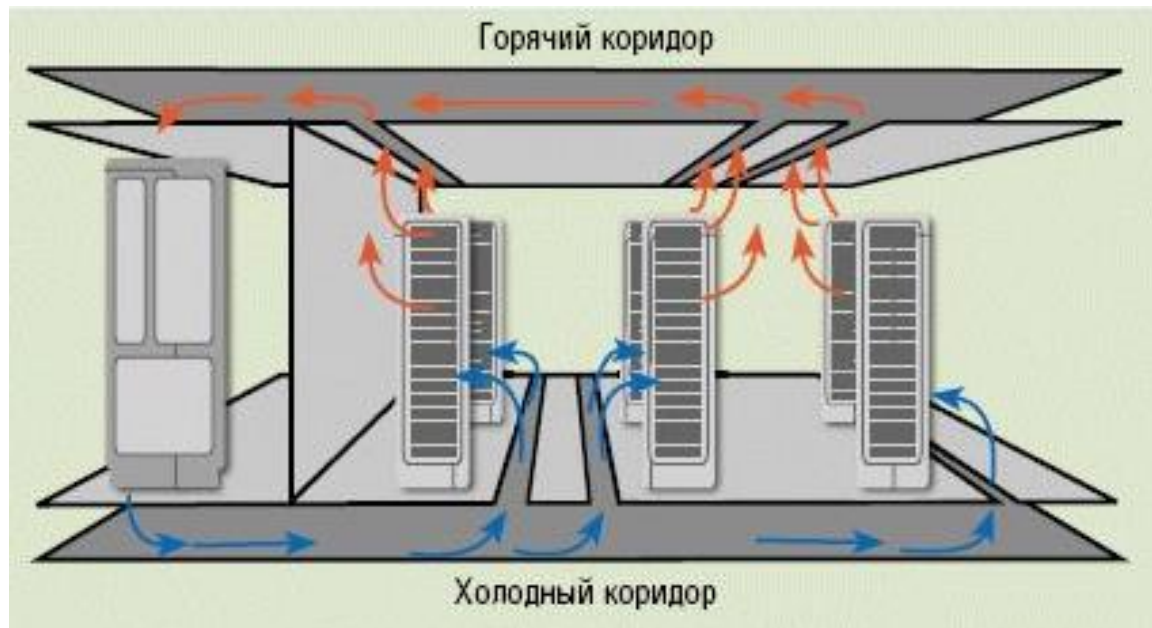
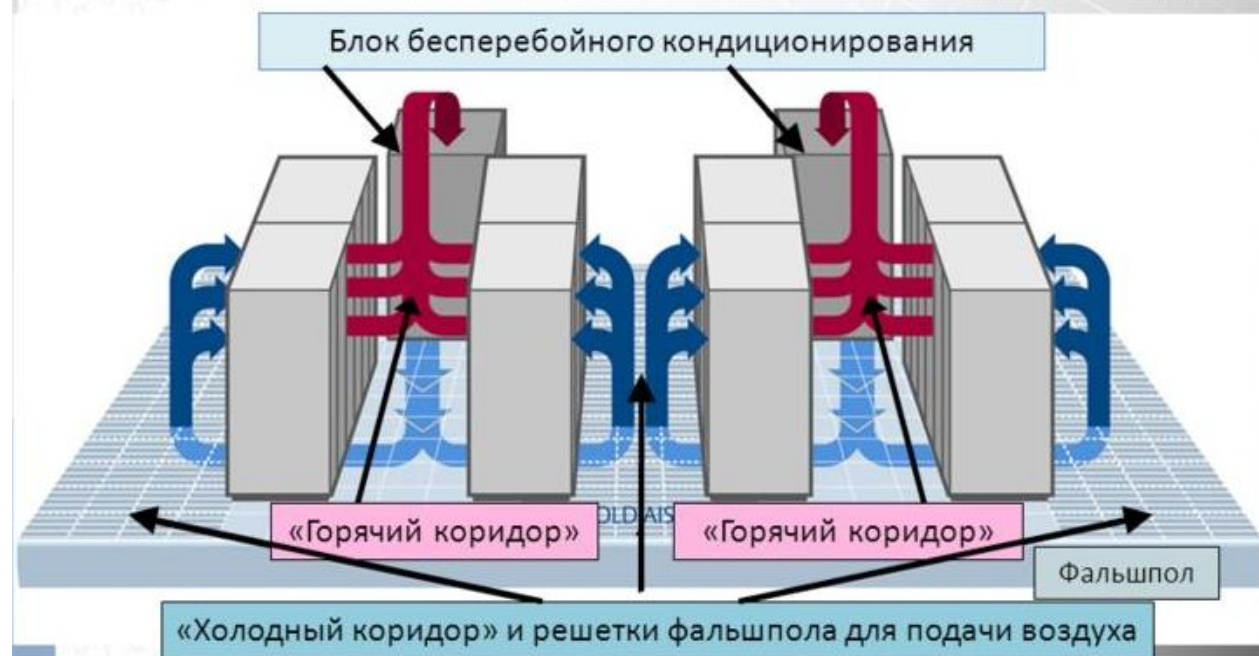
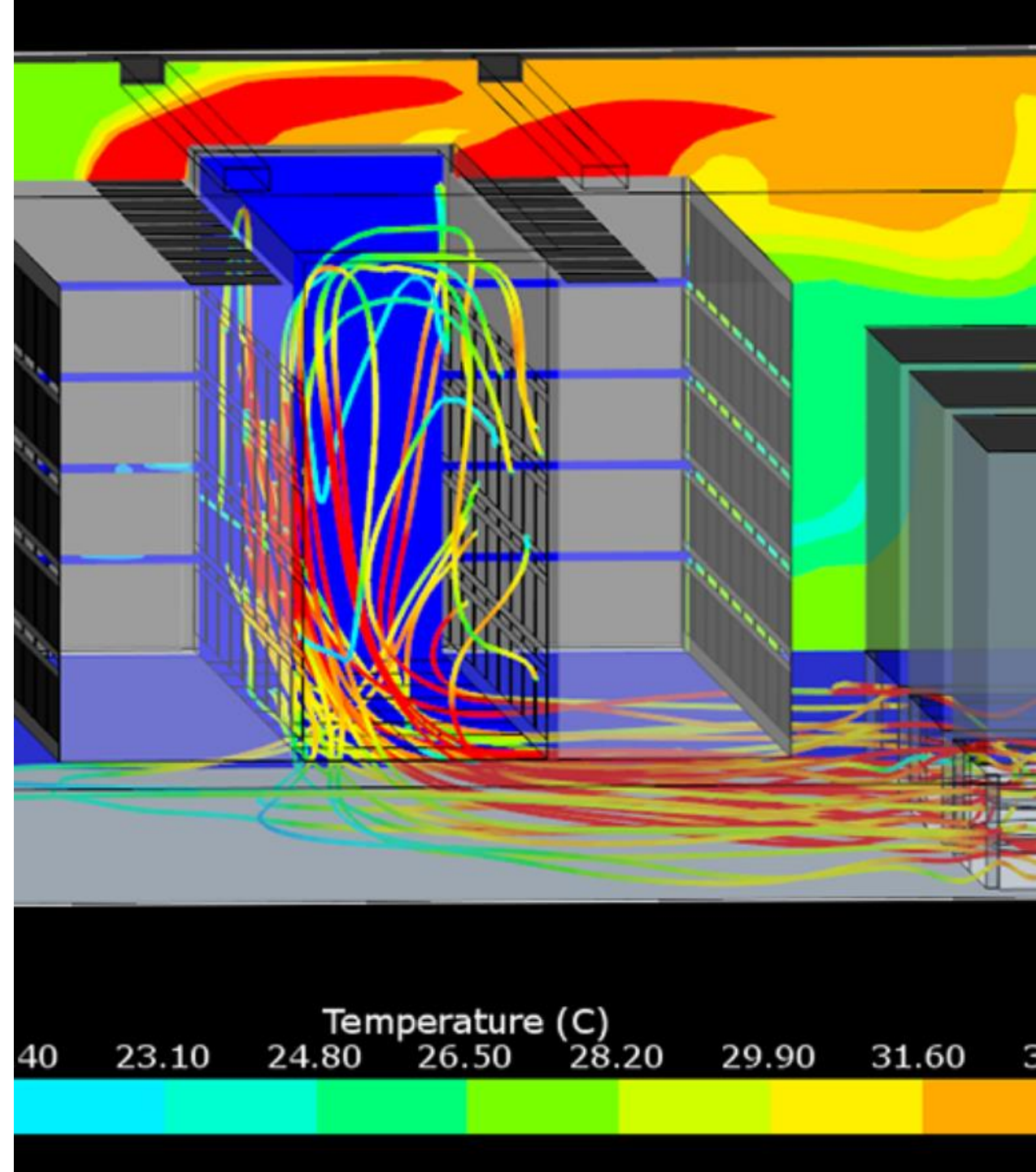


Схема размещения шкафов с чередованием «горячих» и «холодных» коридоров

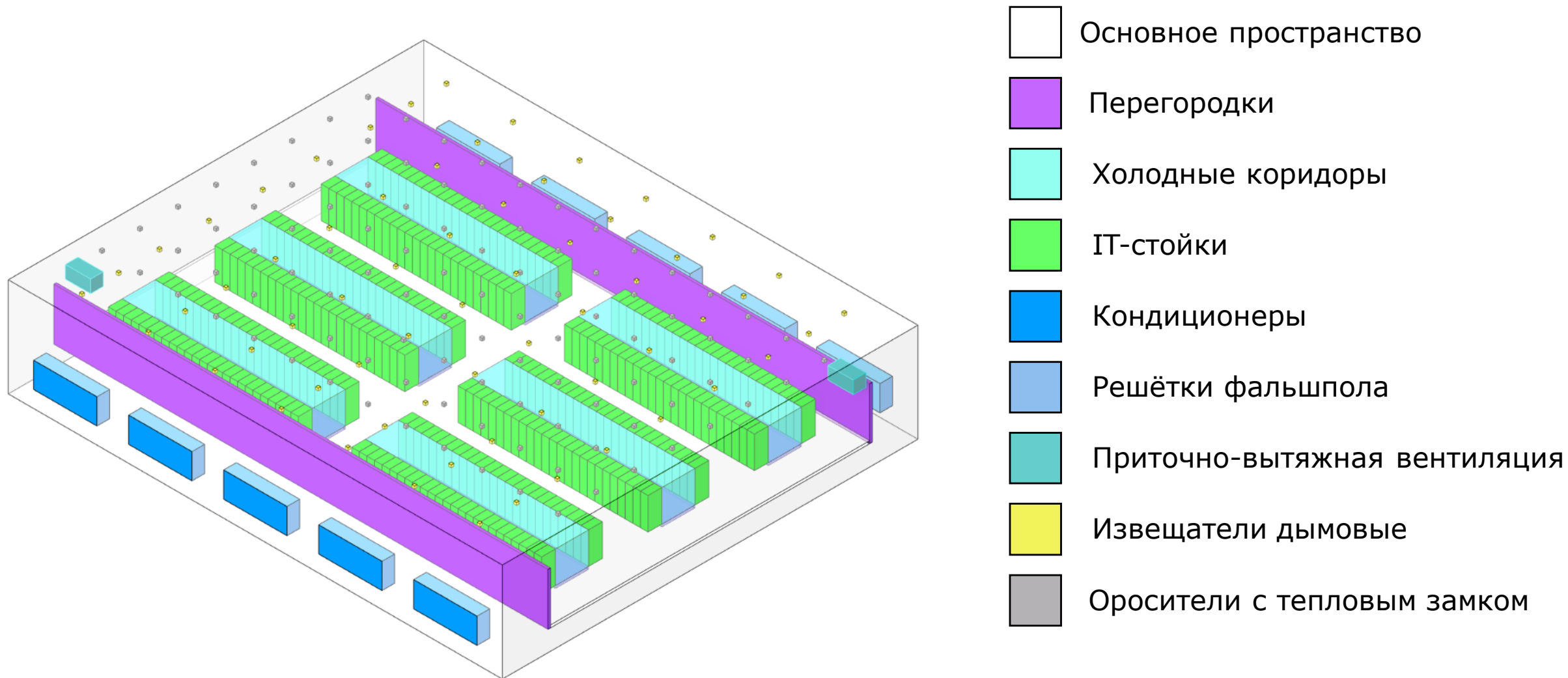


Основные тезисы

- Установка тушения тонкораспыленной водой не работает на всю площадь машинного зала;
- Адрес источника пожара ставится критически важен;
- Первичные признаки пожара, которые активируют установку пожаротушения зависят от работы установок охлаждения.

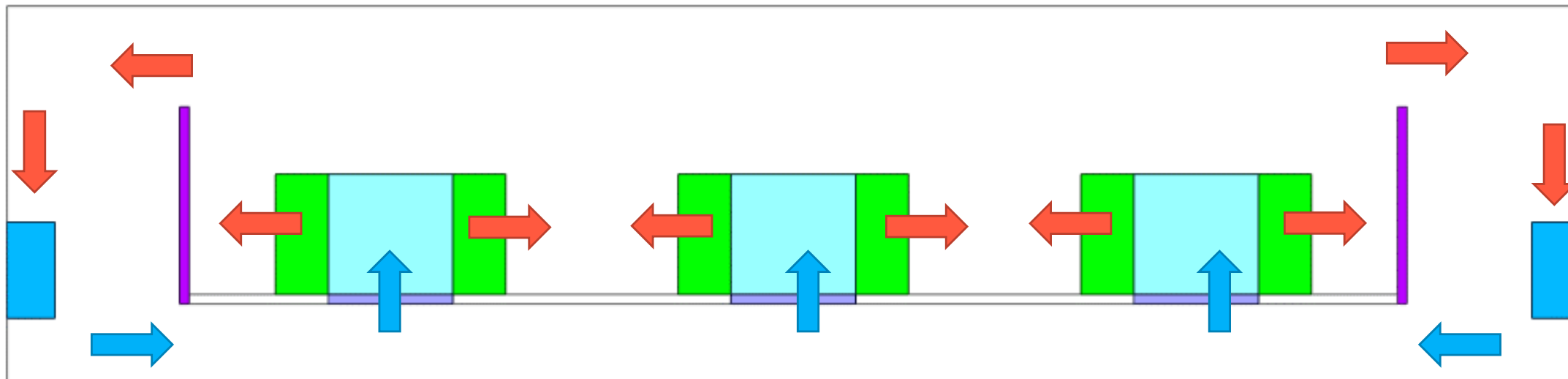


Модель машинного зала, площадью 1090 кв.м и высотой 6 м.



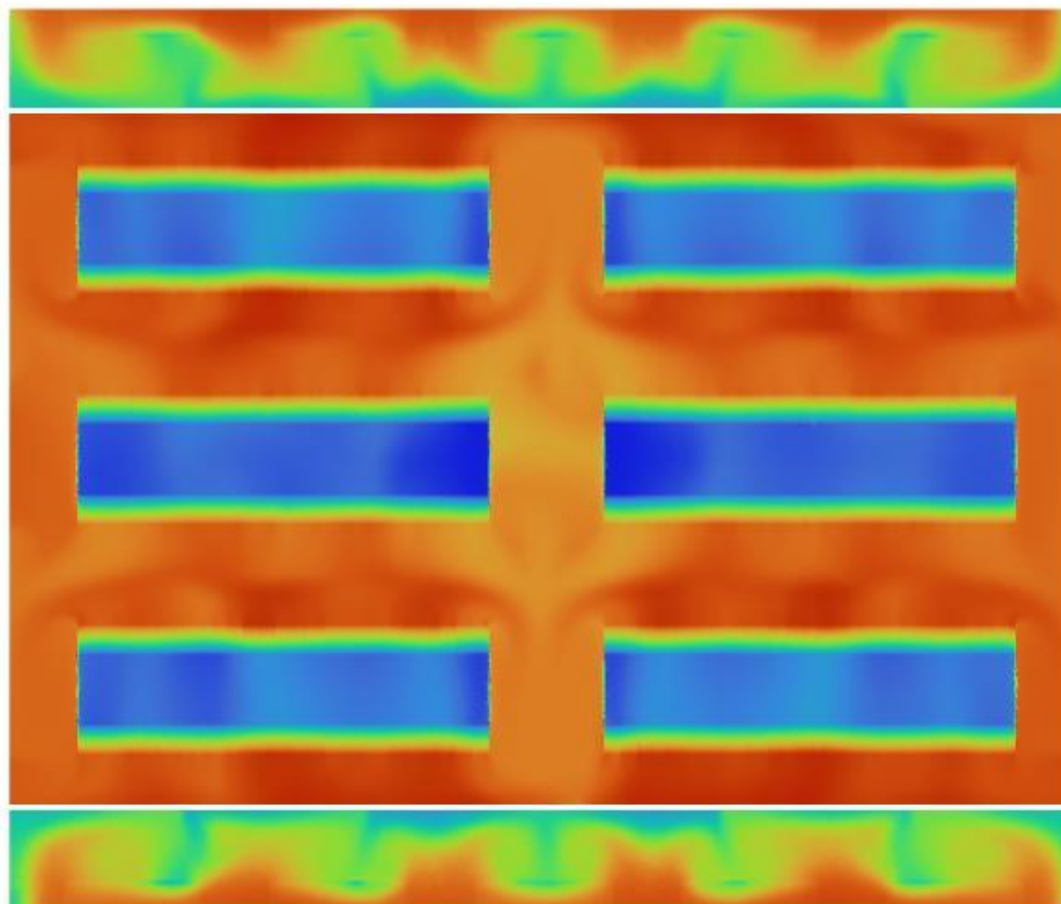
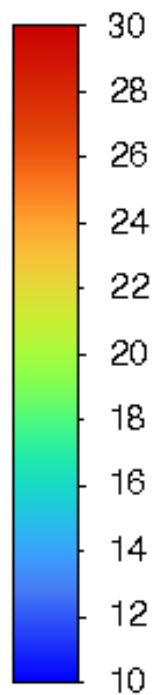
Параметры IT стоек и системы охлаждения

- ~ **300 IT-стоек** размещены в 6 рядов по 50 стоек в каждом
- ~ Суммарные тепловыделения в зале **2700 кВт**
- ~ **20** попарно расположенных **кондиционеров** с суммарным расходом воздуха **630 000 м³/ч**
- ~ Режим работы – **штатный** (работают все кондиционеры)



Штатный режим. Температура воздуха на уровне середины ИТ-стоек.

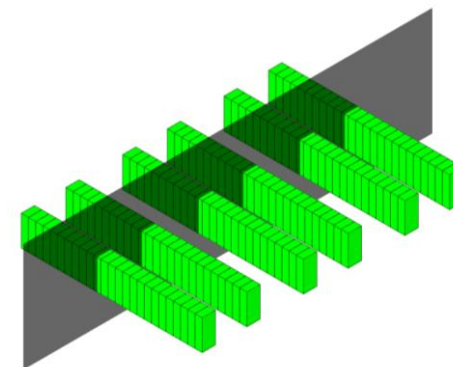
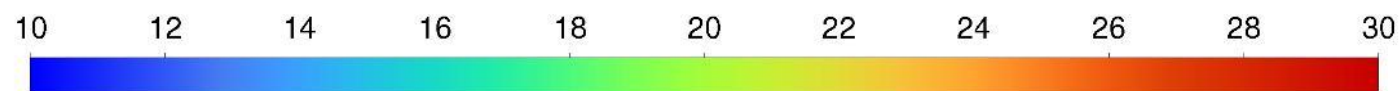
Температура, °C



Штатный режим. Температура воздуха в сечении ИТ-стойки.



Температура, °C



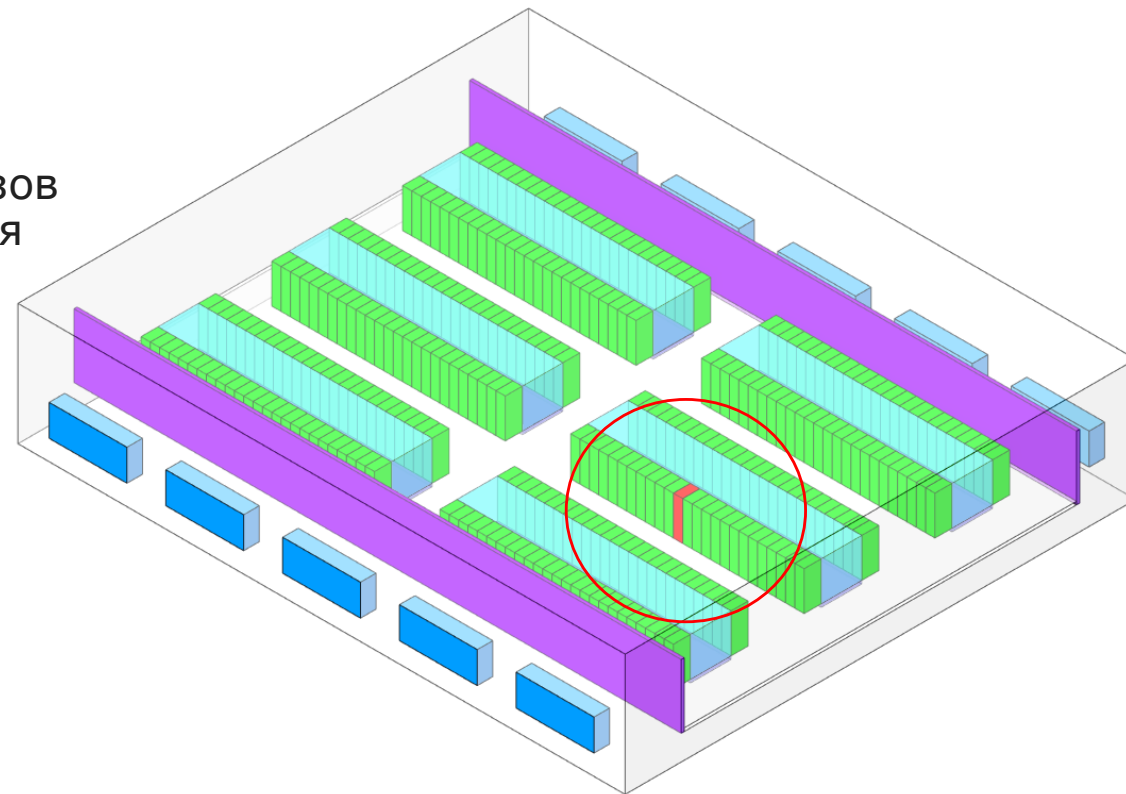
Моделирование пожара. Постановка задачи

Цель исследования:

- ~ Проследить распространение тепла и дымовых газов от пожара при работе системы кондиционирования
- ~ Оценить скорость срабатывания датчиков пожаротушения и дымовых извещателей

Постановка

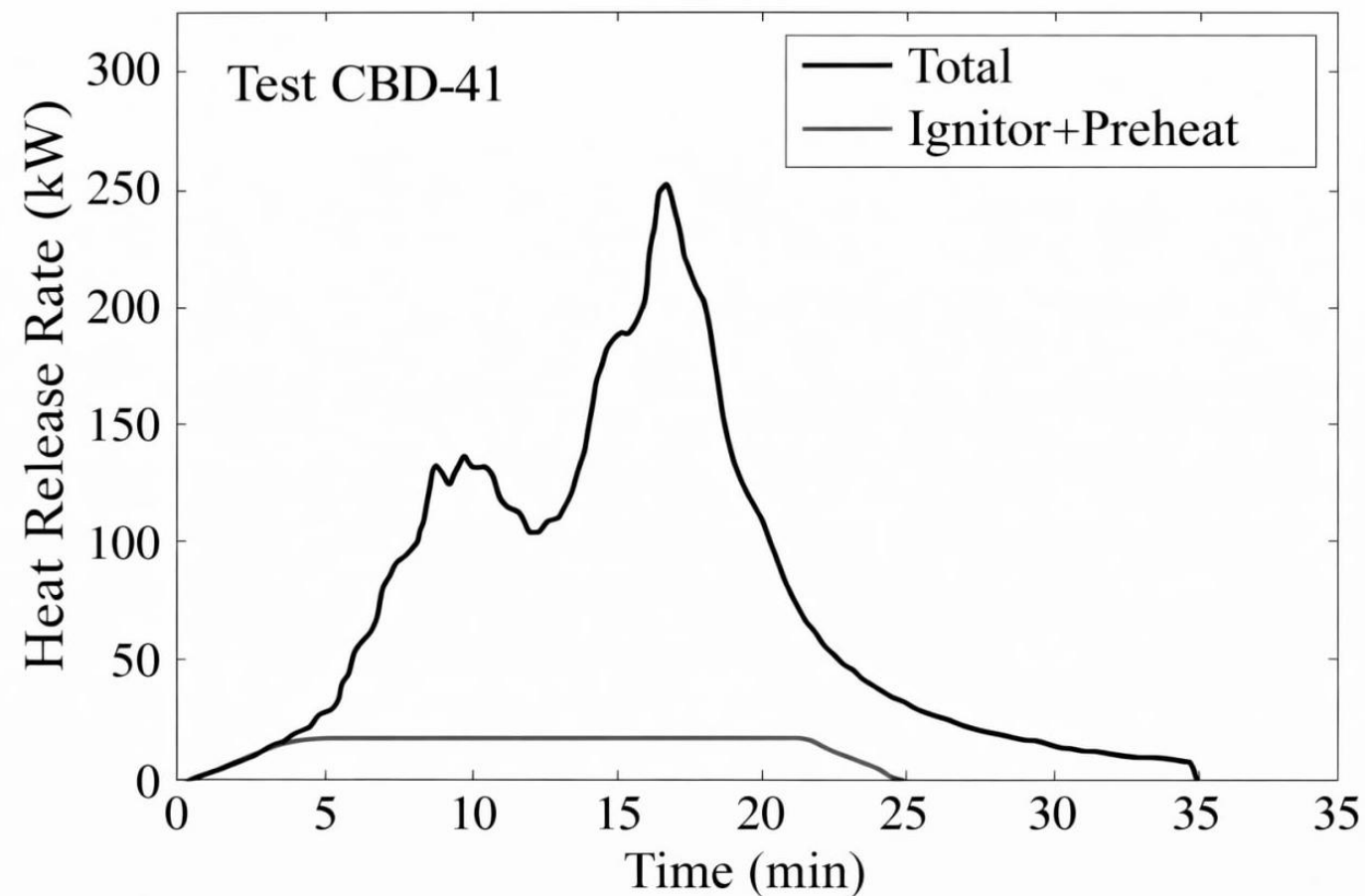
- ~ Горение моделируется как выделение тепла и дымовых газов в объёме IT-стойки



Моделирование тепловыделения

График зависимости тепловыделения от времени взятый из реального эксперимента (тест №41) *Heat Release Rates of Electrical Enclosure Fires (HELEN-FIRE), 2015*

<https://www.nrc.gov/docs/ML1511/ML15111A150.pdf>



Моделирование дыма. Базовые условия

Дым моделируется как смесь монооксида углерода CO, диоксида углерода CO₂ и водяного пар H₂O. Кроме того, для корректного моделирования газодинамики необходимо учитывать расход кислорода воздуха в ходе реакции горения.

Экспериментальные данные взяты из теста №41 *NRC Electrical Cabinet Experiments* [2]; количество водяного пара рассчитано в предположении, что молярные доли кислорода и водяного пара в глобальной реакции равны.

Зависимости выделения дымовых газов от времени будем полагать совпадающими с аналогичной зависимостью для тепловыделения, т. к. выход продуктов и выделение тепла в глобальной экзотермической реакции связаны

Газ	Суммарный выход, кг
O ₂	- 49,06
CO ₂	42,46
CO	1,88
H ₂ O	27,50

[2] - <https://www.nist.gov/el/fcd/nrc-electrical-cabinet-experiments/test41>



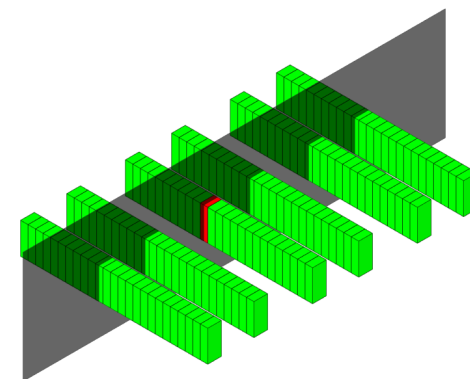
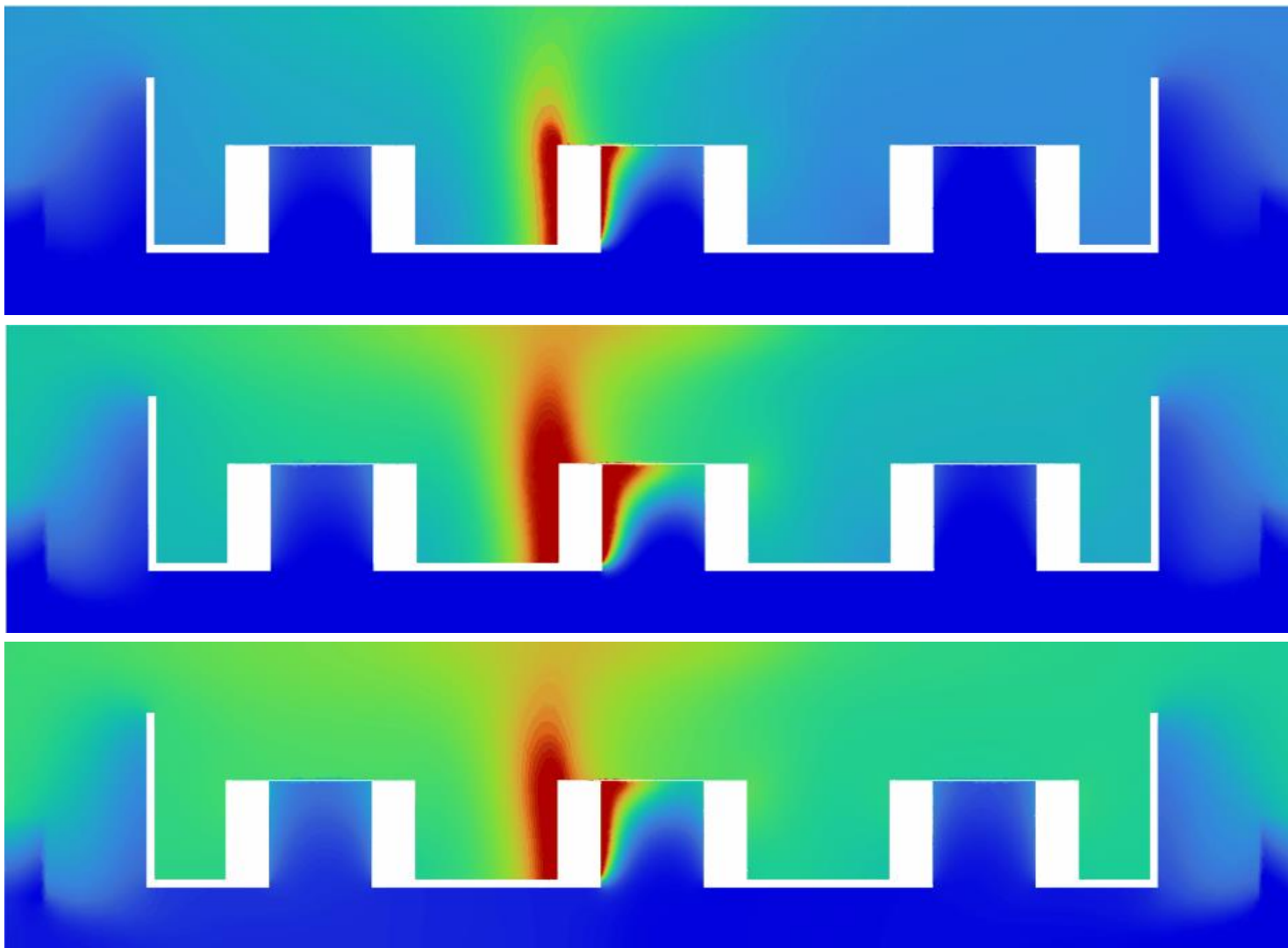
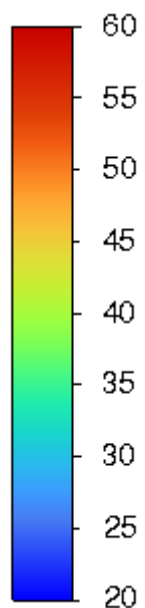
Результаты
моделирования
горения IT-стойки в
течение 1100 секунд.

Работа оросителей



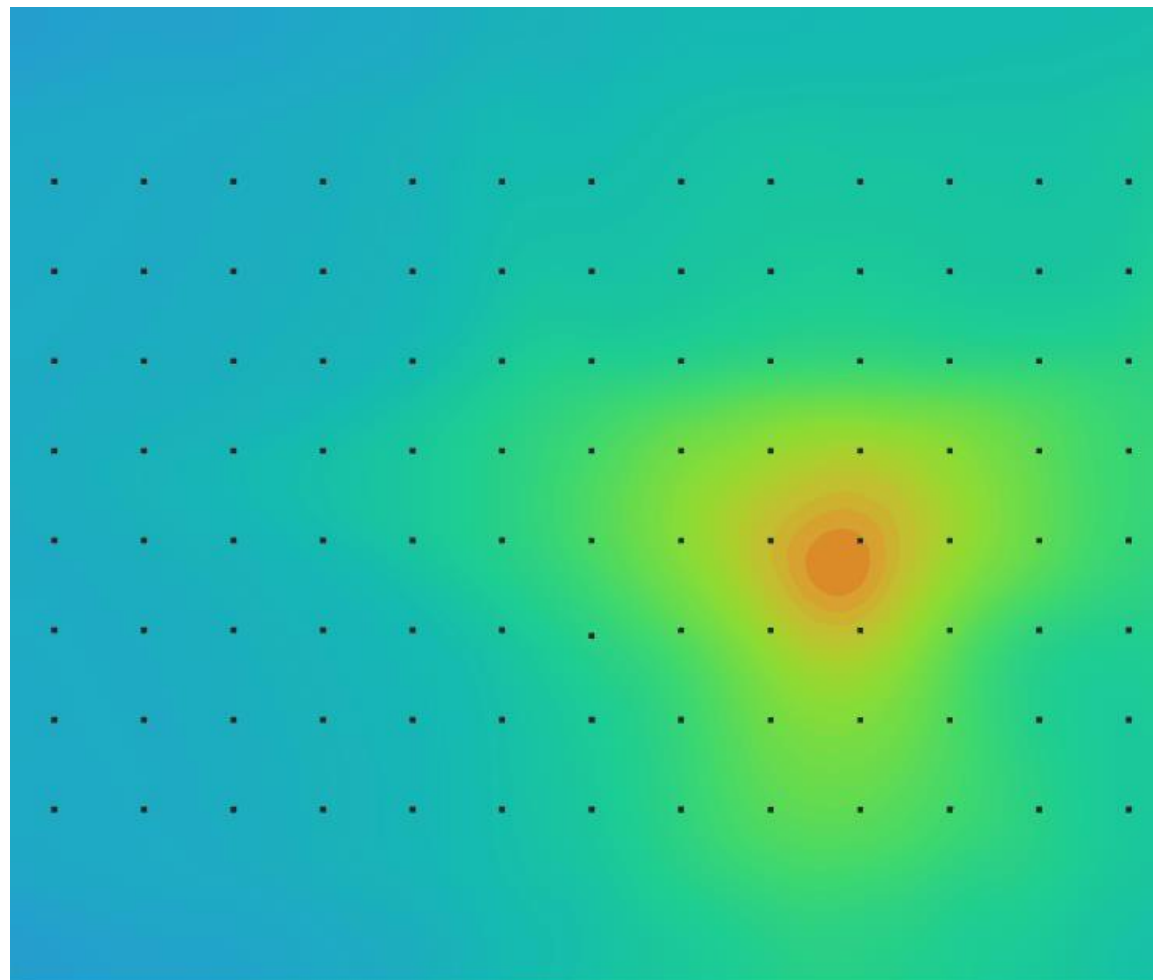
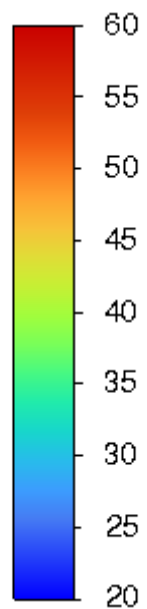
Температура в сечении ИТ-стойки. Пожар

Температура, °C



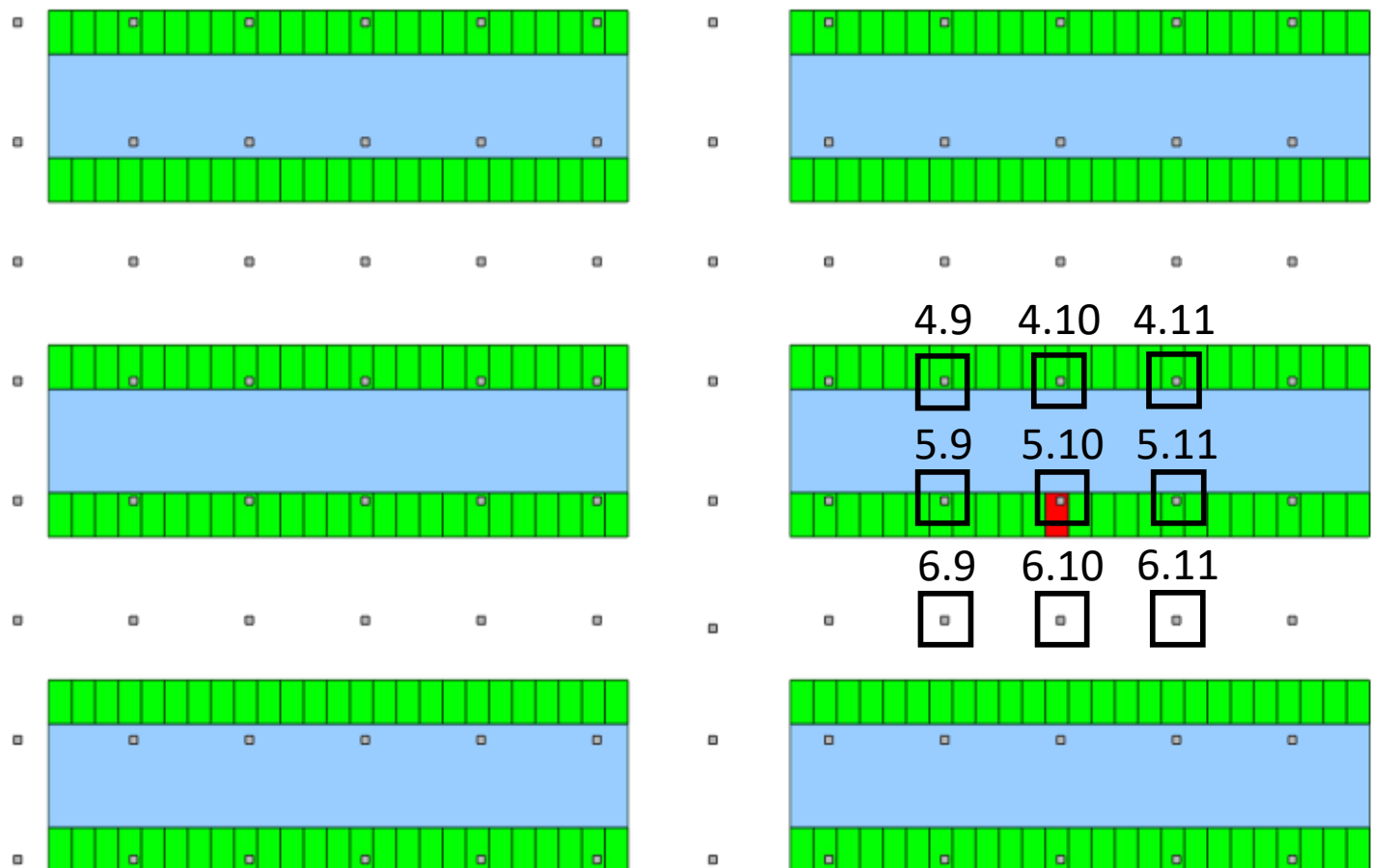
Температура воздуха на уровне оросителей. Пожар

Температура, °C

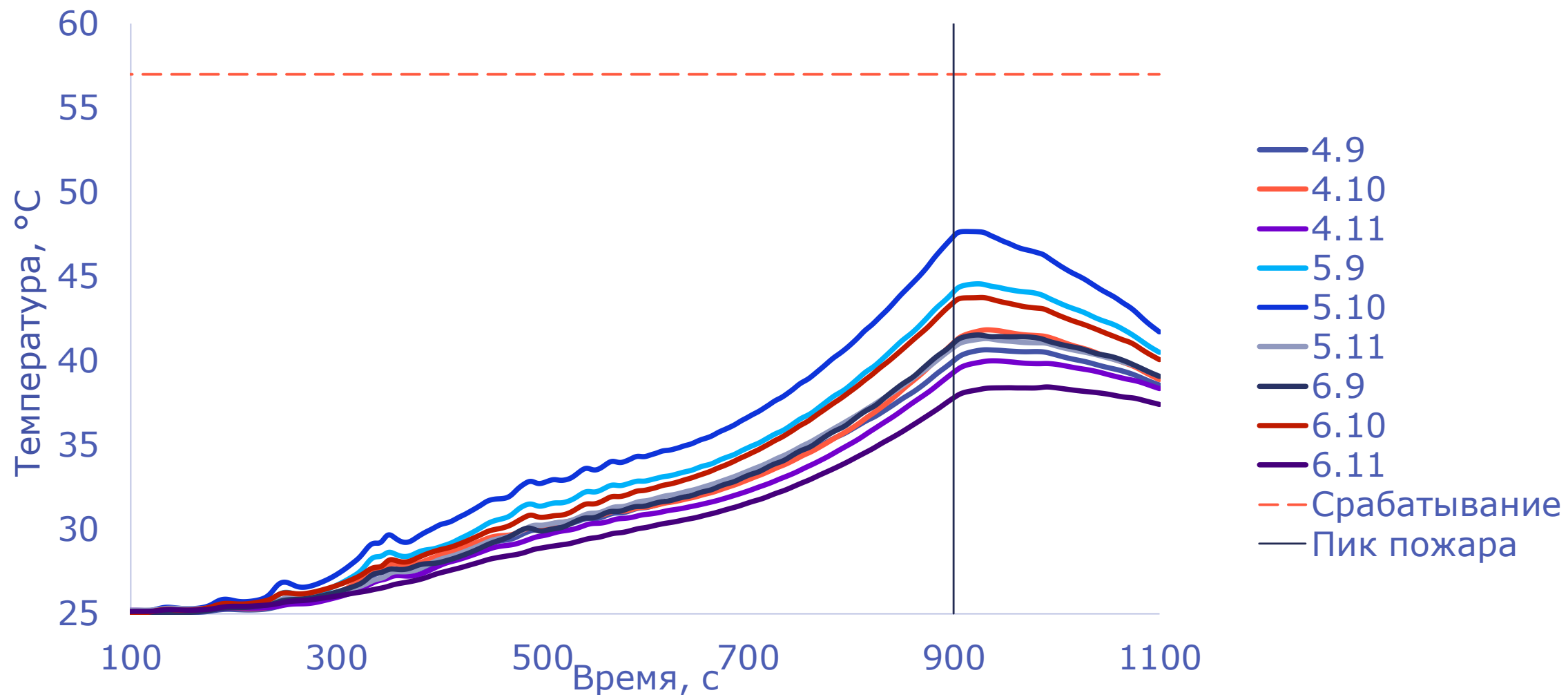


Температура воздуха на уровне оросителей.

- ~ Выделены оросители, расположенные вблизи горячей стойки
- ~ Горячая стойка отмечена красным



Работа оросителей с тепловым замком.



Тепловыделение при пожаре

- Максимальное тепловыделение при пожаре одной IT-стойки равно 250 кВт, что составляет менее 10% от суммарной холодовой мощности кондиционеров





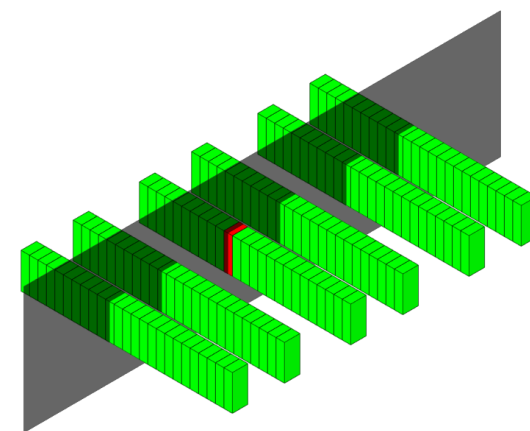
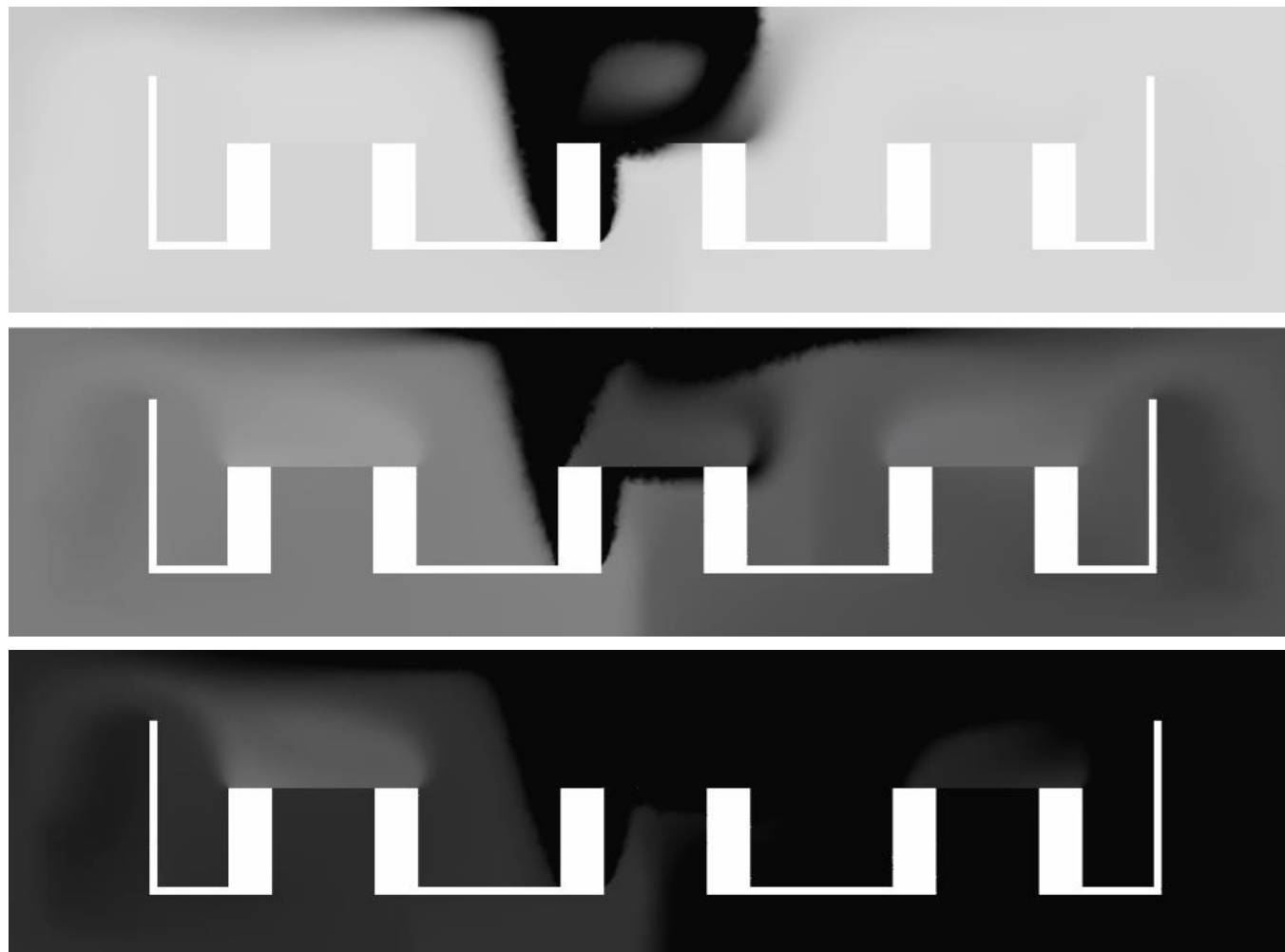
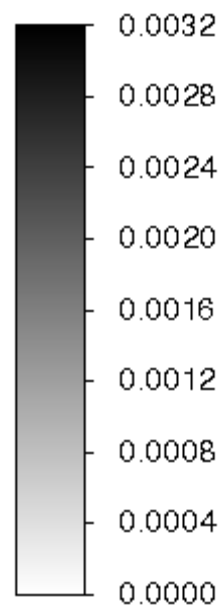
Результаты
моделирования горения
IT-стойки
в течение 1100 секунд.

Работа дымовых
извещателей



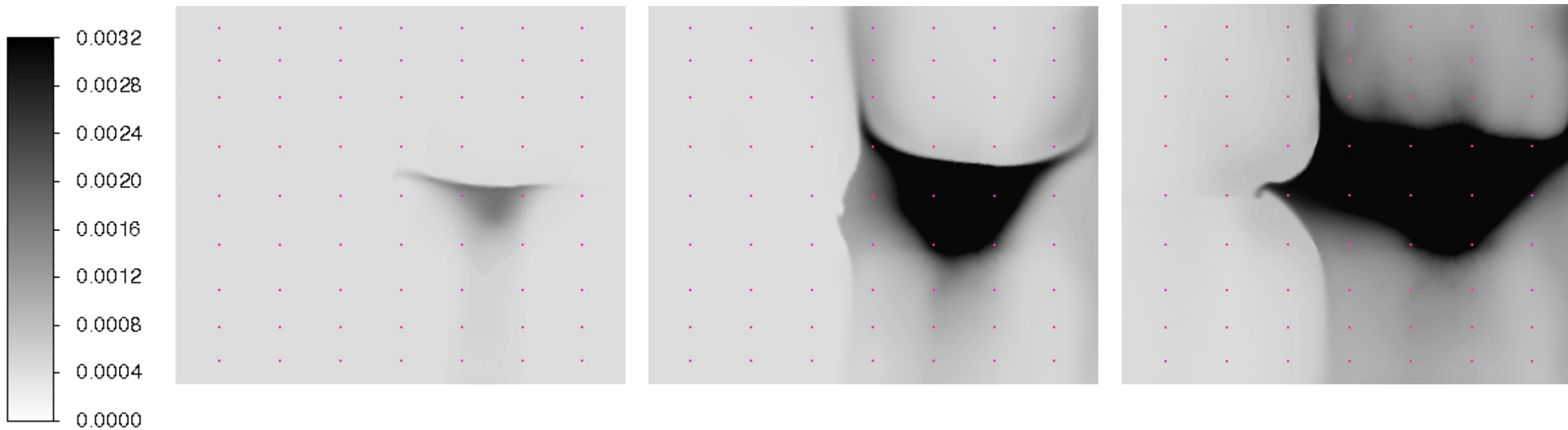
Концентрация дыма в сечении IT-стоек

Концентрация дыма



Концентрация дыма на уровне извещателей

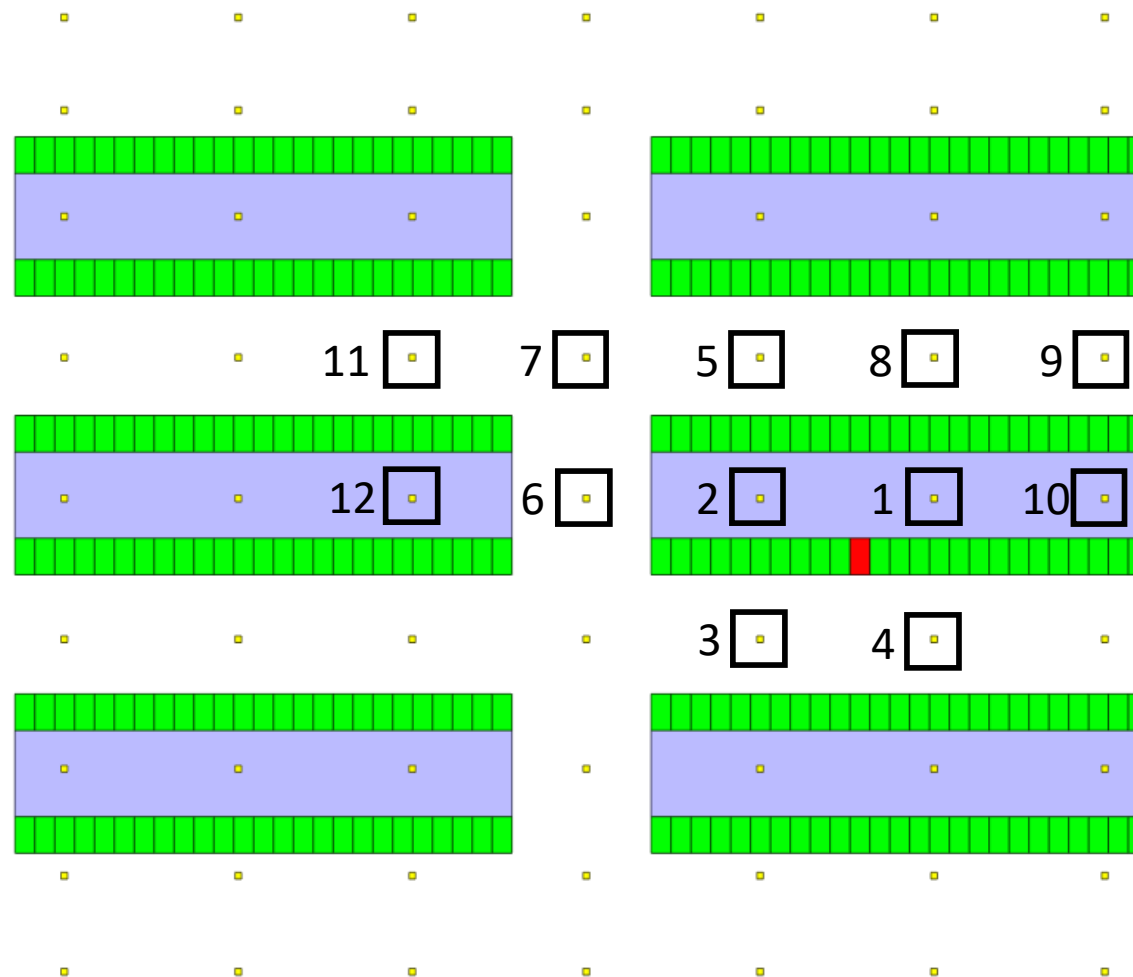
Концентрация дыма



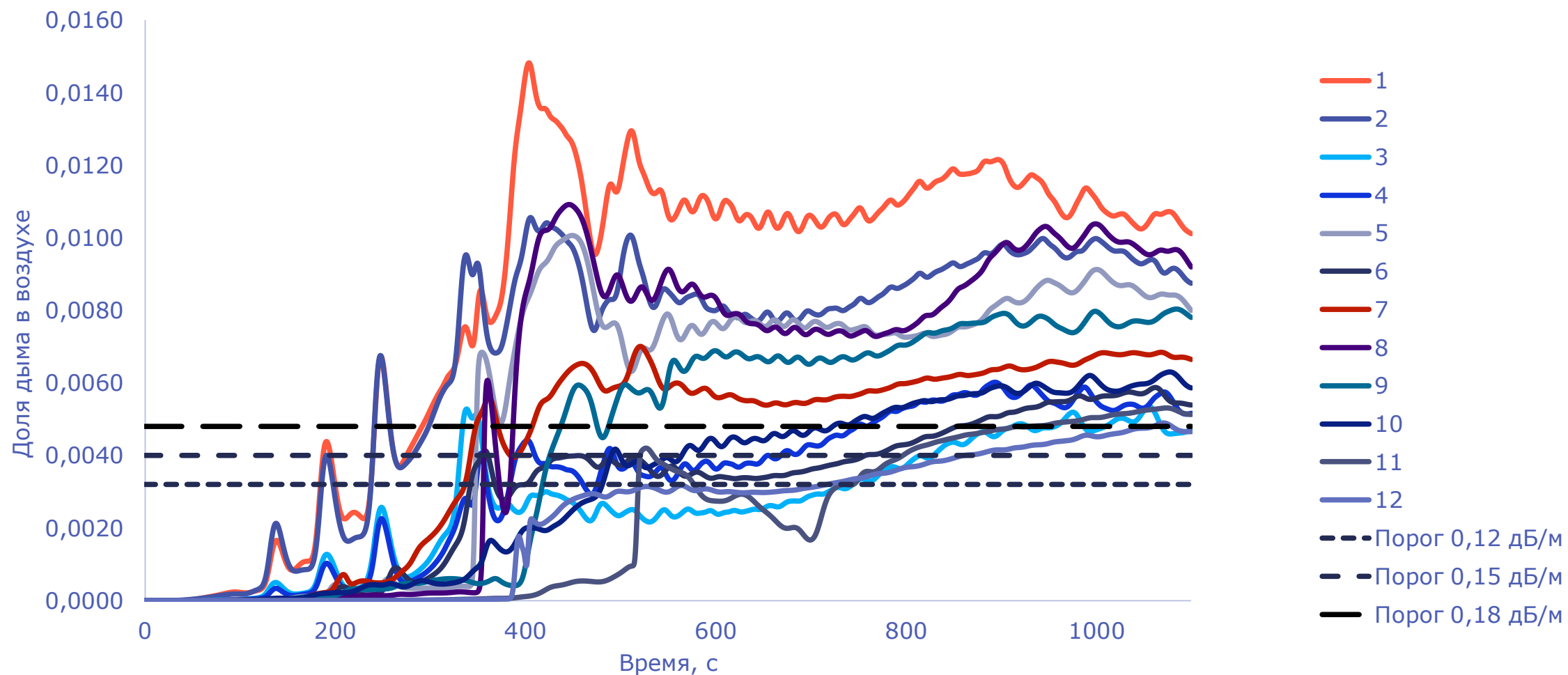
Концентрация дыма на уровне извещателей

~ Дымовые извещатели отмечены в порядке срабатывания

~ Горящая стойка выделена красным



Концентрация дыма на уровне дымовых извещателей



Итоги работы

- ~ В рассмотренном случае пожара одной IT-стойки в машинном зале ЦОД **спринклерная система пожаротушения не сработала**
- ~ Дымовые датчики сработали спустя 3 минуты после начала возгорания
- ~ Поля концентрации дымовых газов, как и тепловые поля, перераспределяются и размываются за счёт работы кондиционеров
- ~ В помещении с работающими кондиционерами замкнутого цикла измерение концентрации дыма более эффективно с точки зрения обнаружения пожара, нежели измерение температуры воздуха

Выводы

- 1. Действующий СП 485 не содержит нормативных решений по оценке эффективности АУП ТРВ ВД в условиях мощных воздушных потоков. Поэтому для таких объектов требуется разработка специальных технических условий (СТУ), обоснованных расчетами, аналогичными нашему.
- 2. Отключение или изменение режимов работы кондиционеров будет влиять на адресность обнаружения дыма. Для гарантированного определения очага рекомендуем устанавливать системы аспирационных извещателей индивидуально для каждой стойки — они гораздо чувствительнее любых точечных извещателей.
- 3. И, наконец, системы газового пожаротушения лишены всех этих недостатков. Установки объемного тушения работают вне зависимости от того, сколько очагов и где они находятся. Они защищают весь объем помещения, включая пространства под фальшполом и в системах вентиляции. Реальные сработки наших систем в машинных залах подтверждают это — речь идет о секундах до надежной ликвидации пожара.



Спасибо!



→ firepro.ru

