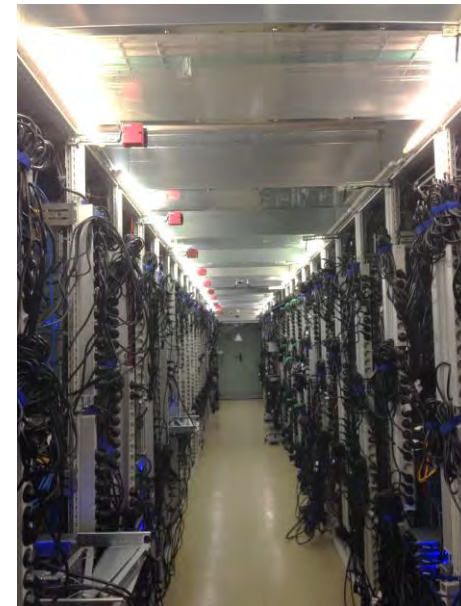




Противопожарная защита помещений с учетом воздушных потоков систем охлаждения электронного оборудования

Игорь Неплохов, к.т.н.
Технический директор по ПС

13 сентября 2017 года
Москва

Серверные, аппаратные и ЦОД – объекты с повышенной пожарной нагрузкой:

- оборудование, выделяющее мегаватты тепла
- большое количество кабеля, силового и слаботочного – **при нагревании выделяется HCl**
- большое количество ИБП с аккумуляторами и дизельных ИБП с запасом топлива
- внешние причины: высокие температуры летом, молнии, подтопления и т.д.

Возгорание и пожар - это вполне реальный и самый нежелательный сценарий в процессе эксплуатации ЦОД



Опасность HCl для электроники

При нагревании 1 кг пластика поливинилхлорида ПВХ выделяется около 600 л дымовых газов, в которых более половины - хлористый водород HCl. При соединении с водяным паром образуется около 2 л 25% соляной кислоты, которая конденсируется на электронных платах. Соляная кислота - хороший проводник электрического тока - вызывает замыкания на печатных платах и выводит из строя оборудование ЦОД даже без теплового воздействия, на значительном расстоянии от очага.

Опасность для человека

Хлористый водород HCl – класс токсической опасности 3, ПДК в воздухе рабочей зоны помещений - 5 мг/м^3 . Длительное воздействие малых концентраций вызывает катар верхних дыхательных путей, быстрое разрушение эмали зубов. Концентрации $50\text{-}75 \text{ мг/м}^3$ переносятся с трудом, острое отравление сопровождается охриплостью голоса, удушьем, кашлем. Концентрации $75\text{-}150 \text{ мг/м}^3$ непереносимы, вызывают раздражение слизистых оболочек, конъюнктивит, чувство удушья, потерю сознания.

Серверные, аппаратные и ЦОД – объекты с повышенной пожарной нагрузкой:

- оборудование, выделяющее мегаватты тепла
- большое количество кабелей, силовых и слаботочных
- наличие ИБП с АБ и дизельные ИБП с запасом топлива
- внешние причины: повышение температуры, молния, подтопление, человеческий фактор

Возгорание и пожар - это вполне реальный и самый нежелательный сценарий в процессе эксплуатации ЦОД

С первых секунд возгорания ущерб растет в геометрической прогрессии

- 30-60 сек – выгорает один юнит



Серверные, аппаратные и ЦОД – объекты с повышенной пожарной нагрузкой:

- оборудование, выделяющее мегаватты тепла
- большое количество кабелей, силовых и слаботочных
- наличие ИБП с АБ и дизельные ИБП с запасом топлива
- внешние причины: повышение температуры, молния, подтопление, человеческий фактор

Возгорание и пожар - это вполне реальный и самый нежелательный сценарий в процессе эксплуатации ЦОД

С первых секунд возгорания ущерб растет в геометрической прогрессии

- 30-60 сек – выгорает один юнит
- 60 сек – 5 минут – выгорает первая стойка



Серверные, аппаратные и ЦОД – объекты с повышенной пожарной нагрузкой:

- оборудование, выделяющее мегаватты тепла
- большое количество кабелей, силовых и слаботочных
- наличие ИБП с АБ и дизельные ИБП с запасом топлива
- внешние причины: повышение температуры, молния, подтопление, человеческий фактор

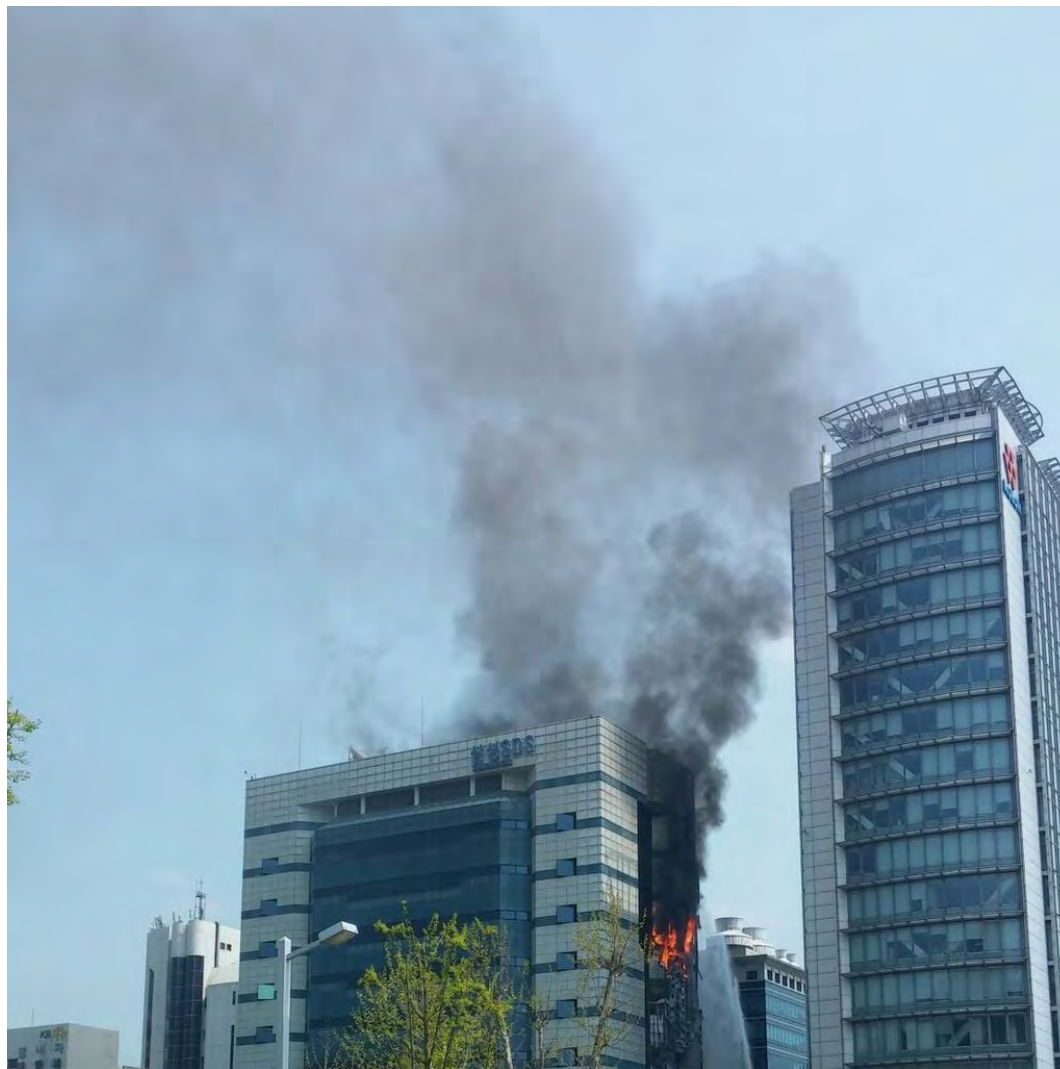
Возгорание и пожар - это вполне реальный и самый нежелательный сценарий в процессе эксплуатации ЦОД

С первых секунд возгорания ущерб растет в геометрической прогрессии

- 30-60 сек – выгорает один юнит
- 60 сек – 5 минут – выгорает первая стойка
- Свыше 5 минут – выгорают соседние стойки



20 апреля 2014 г – пожар в ЦОД Samsung



20 апреля 2014 г – пожар в ЦОД Samsung



Значительный ущерб от пожара

Смартфоны, планшеты и интернет-телевизоры компании Samsung по всему миру выдавали ошибки на экранах. Не открывались или сбоили приложения, официальный сайт Samsung.com был недоступен в течение нескольких часов.

Ущерб от пожаров в ЦОД

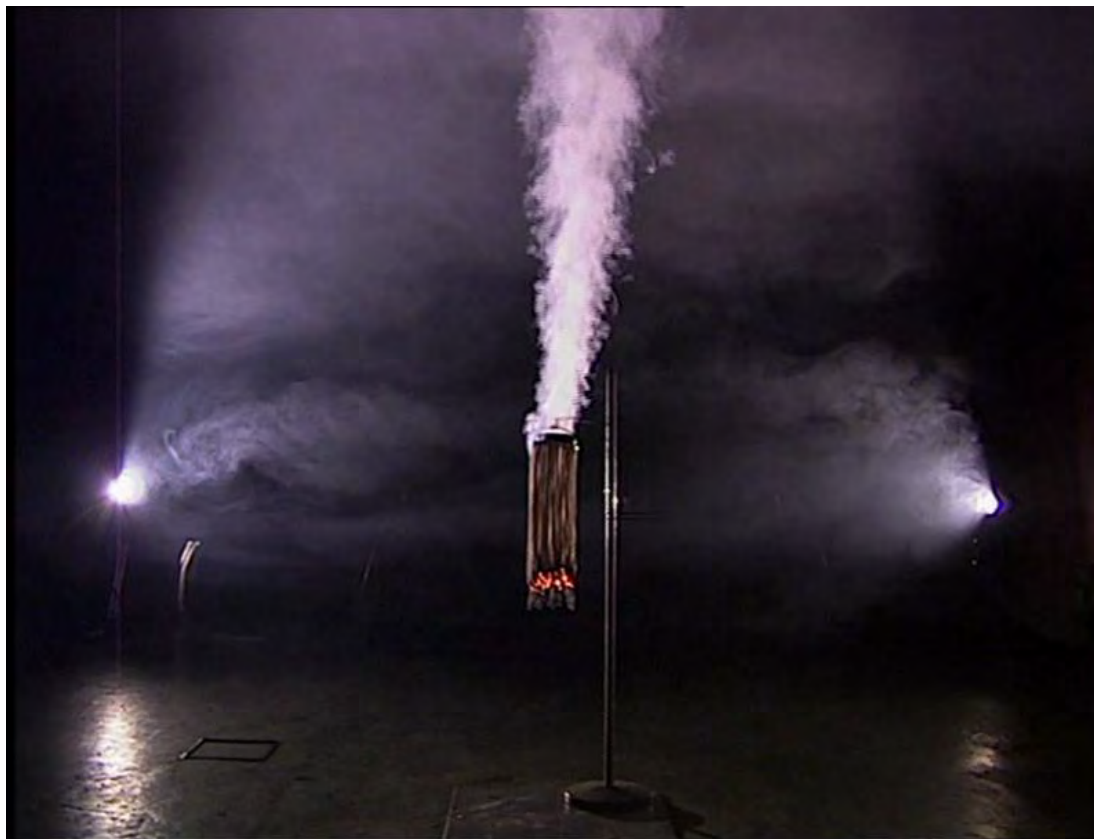
В ЦОДе The Planet, Хьюстон, штат Техас
30 мая 2008 произошёл пожар.
Причина - короткое замыкание.
В общей сложности, пострадало 9 000 серверов,
где были данные 7 500 клиентов провайдера.
Ущерб оценивается в несколько сотен миллионов долларов.



27 марта 2010 года в ЦОДе по адресу Одесса, ул. Дальницкая, 46,
второй этаж, бизнес-центр «Фабрика Бизнеса» начался пожар.
Именно там располагается дата-центр одного из крупных
хостинг-провайдеров Украины. АУПТ не сработала.
В результате серверы пострадали от огня и от воды при тушении
пожарными. Более чем на сутки были выведены из строя около 2500
тыс. сайтов. Ущерб оценивается в десятки миллионов долларов.



Отсутствие воздушных потоков



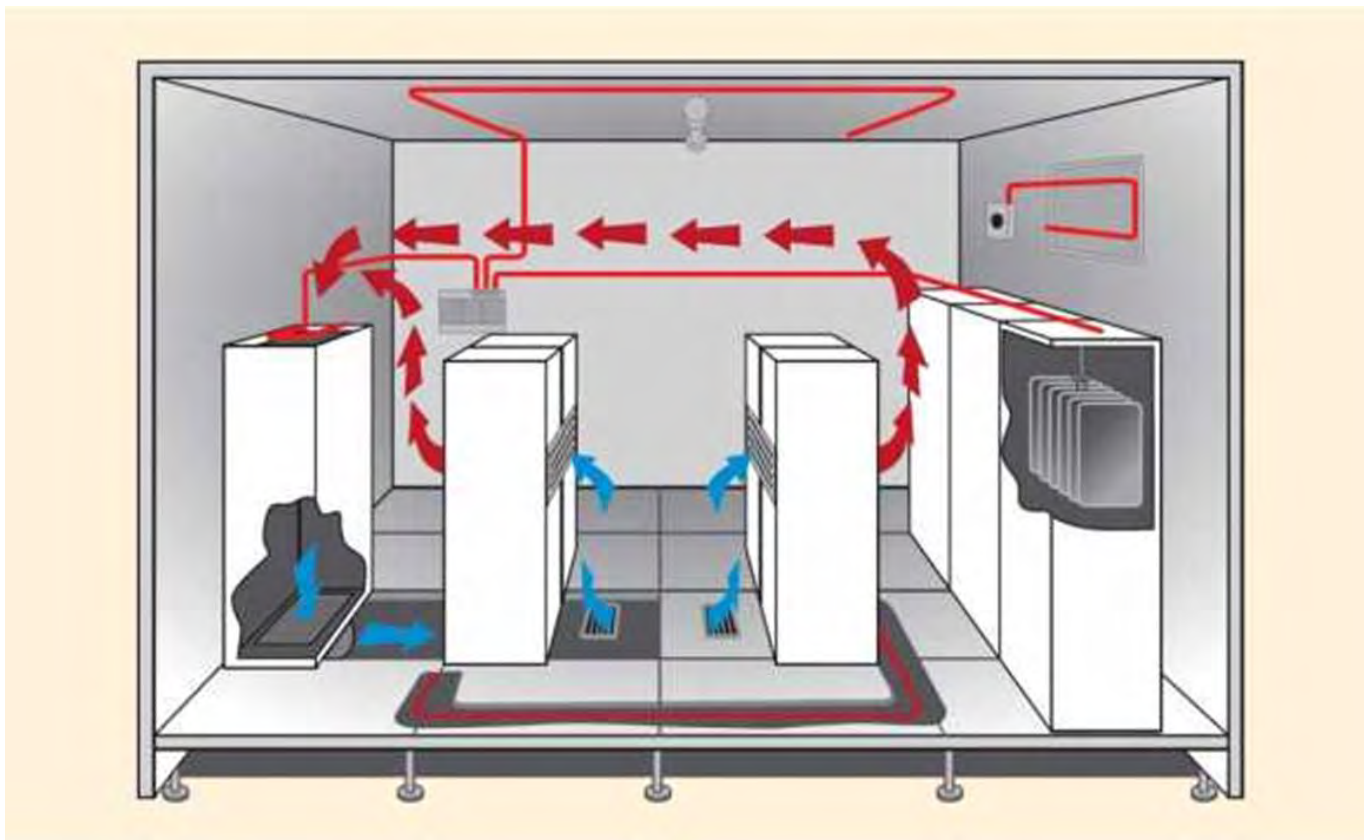
Тестовый очаг тление хлопка ТП-3 по ГОСТ Р 53325-2012.
К времени срабатывания ИПДОТ, какая-то видимость остается
только на уровне пола

Отсутствие воздушных потоков



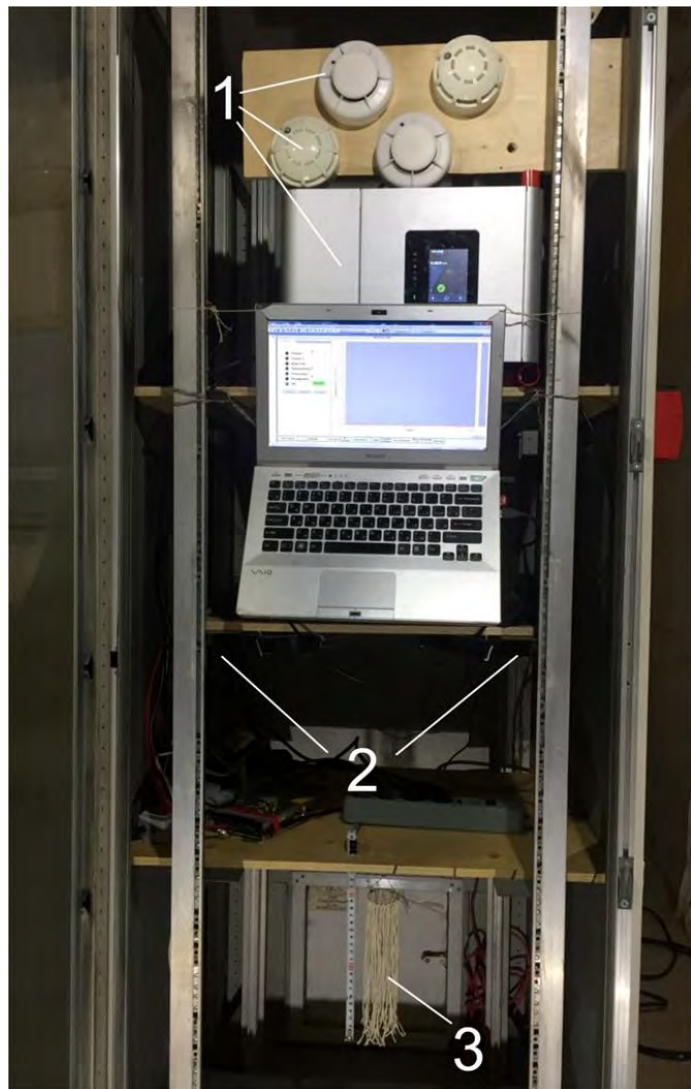
В верхней и в средней части помещения видимость практически полностью отсутствует. Удельная оптическая плотность под потолком 1 – 2 дБ/м, свет затухает на 20 – 38 % на расстоянии 1 м.

Воздушные потоки в ЦОД



В ЦОД исключена возможность концентрации дыма под потолком. Дым может быть обнаружен в горячих коридорах и на входе кондиционера аспирационным извещателем (ИПДА).

ИПДА vs ИПДОТ



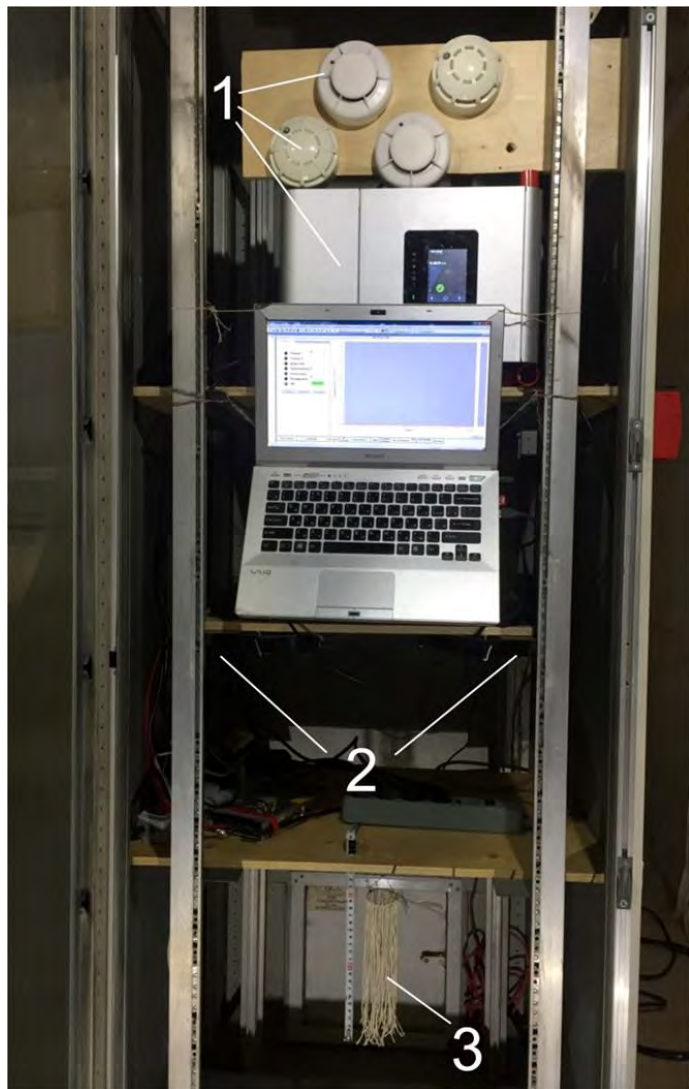
Установка для оценки
чувствительности ИПДОТ и ИПДА

1 – дымовые извещатели

2 – вентиляторы

3 – очаг

ИПДА vs ИПДОТ



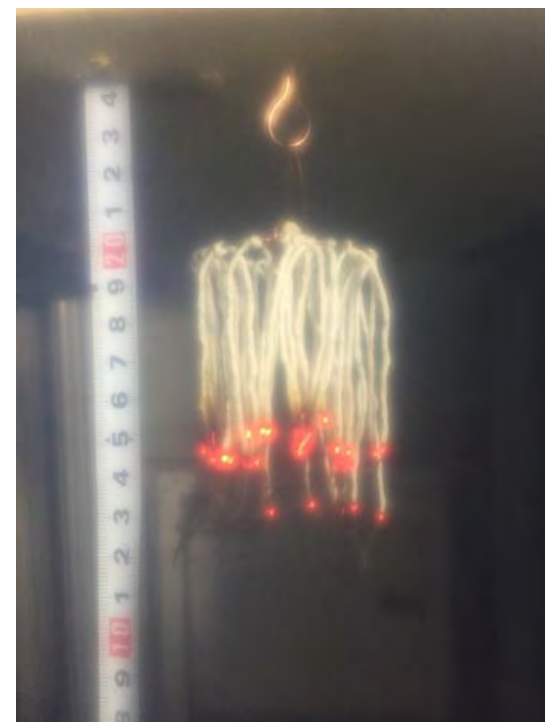
Установка для оценки чувствительности ИПДОТ и ИПДА

1 – дымовые извещатели

2 – вентиляторы

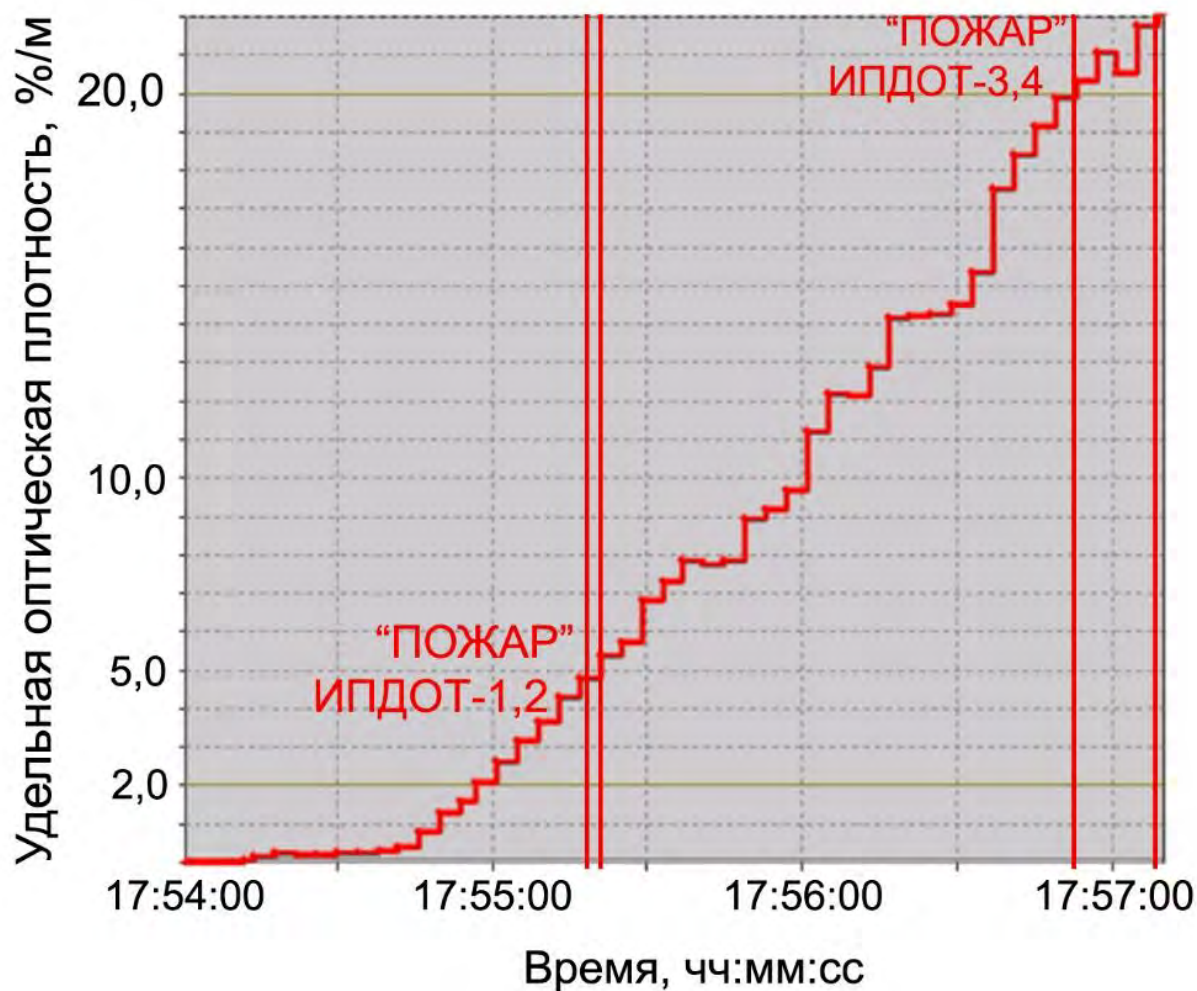
3 – очаг

Тестовый мини-очаг для ИПДОТ – 50 веревок по 10 ниток (5,2 г)



ИПДА vs ИПДОТ

Удельная оптическая плотность и время сработки ИПДОТ



ИПДА vs ИПДОТ

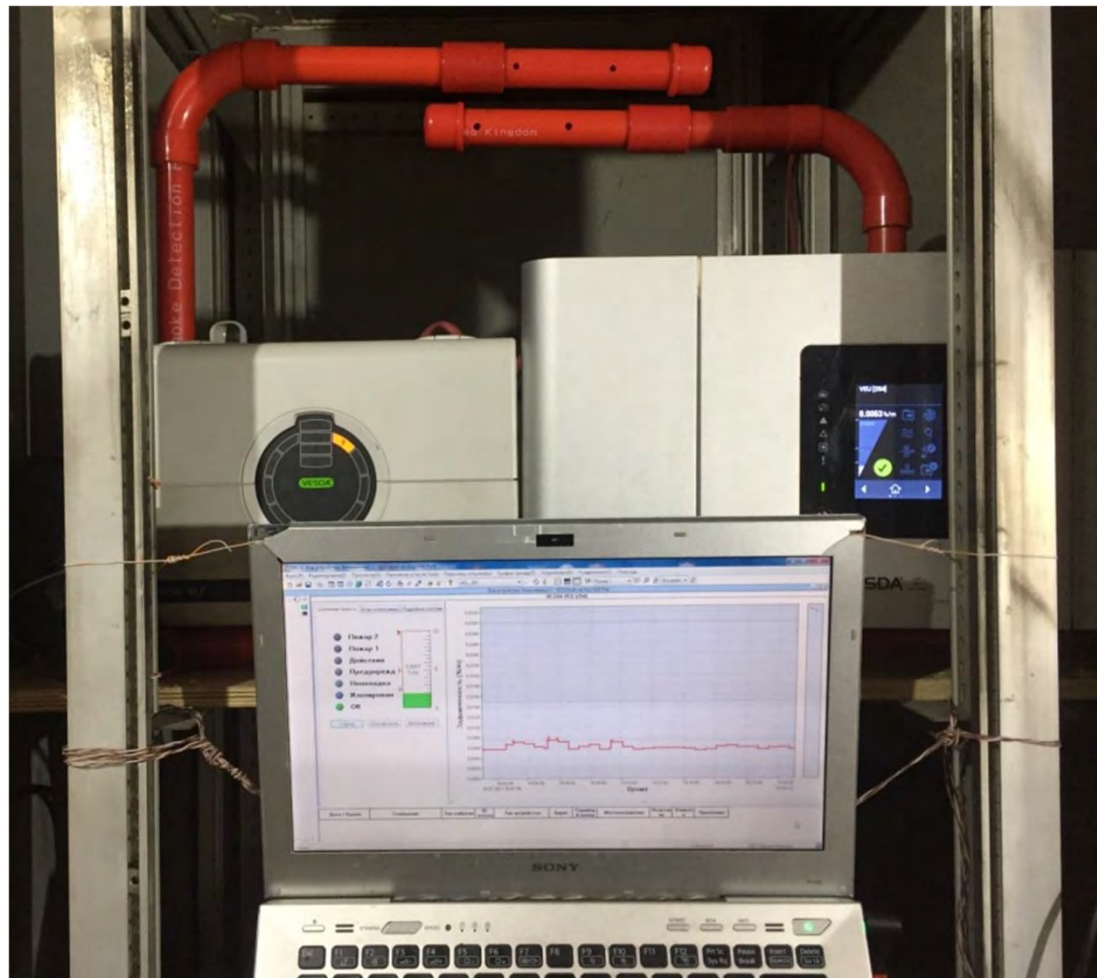
Удельная оптическая плотность и время срабатки ИПДОТ

	ИПДА «Пожар1»	ИПДОТ-1	ИПДОТ-2	ИПДА «Пожар2»	ИПДОТ-3	ИПДОТ-4
Удельная плотность, %/м	2,0	4,8	5,3	20,0	20,4	22,0
Удельная плотность, дБ/м	0,0877	0,214	0,236	0,969	0,991	1,079
Время, чч:мм:сс	17:54:57	17:55:17	17:55:21	17:56:53	17:56:55	17:57:08
Задержка, с	12	32	36	128	130 с	143 с

При активации ИПДОТ-1, 2 в шкафу наблюдается значительное задымление, при активации ИПДОТ-3, 4 – очень сильное

ИПДА vs ИПДОТ

Аспирационные дымовые извещатели в стойке



Пороги ИПДА-1

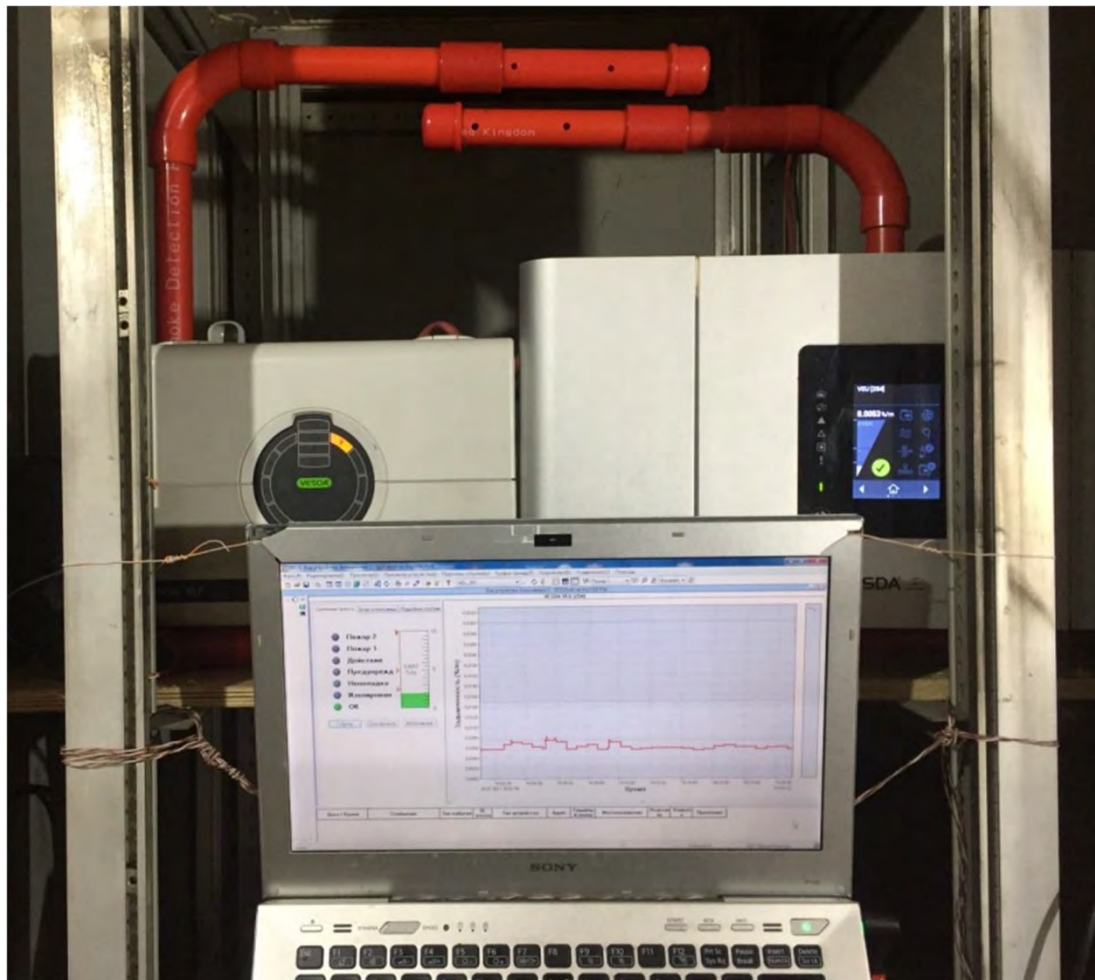
«Внимание»	0,0075 %/м
«Действие»	0,015 %/м
«Пожар1»	0,03 %/м
«Пожар2»	0,06 %/м

Пороги ИПДА-2

«Внимание»	0,025 %/м
«Действие»	0,05 %/м
«Пожар1»	0,075 %/м
«Пожар2»	0,1 %/м

ИПДА vs ИПДОТ

Аспирационные дымовые извещатели в стойке

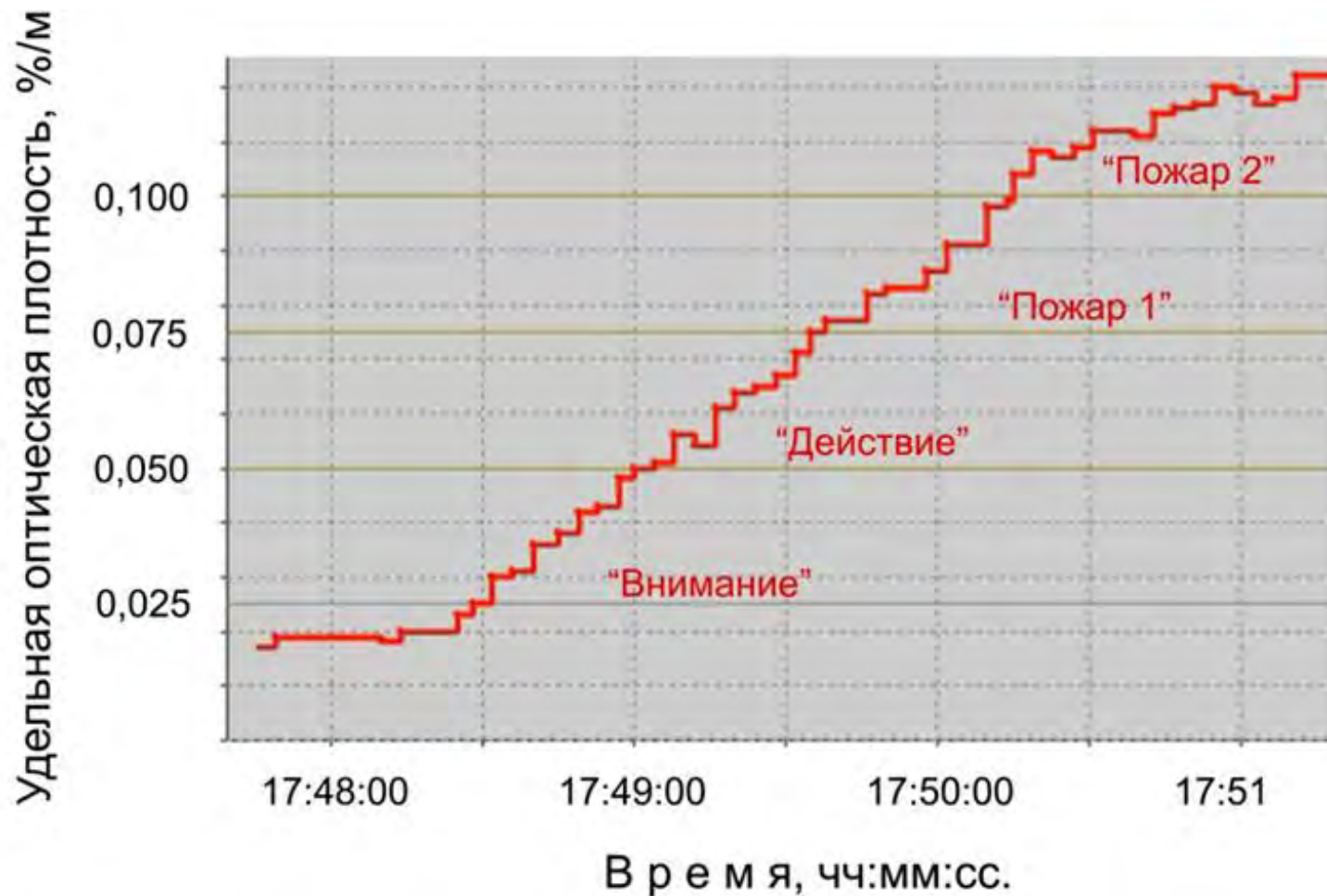


Тестовый очаг для ИПДА в 500 раз меньше, чем для ИПДОТ – одна нитка (0,01 г).



ИПДА vs ИПДОТ

Удельная оптическая плотность и время срабатки ИПДОТ



ИПДА vs ИПДОТ

Удельная оптическая плотность и время сработки ИПДА

Сигналы ИПДА		ИПДА-1 Внимание	ИПДА-2 Внимание	ИПДА-1 Действие	ИПДА-2 Действие	ИПДА-1 Пожар 1	ИПДА-2 Пожар 1	ИПДА-1 Пожар 2	ИПДА-2 Пожар 2
Оптическая плотность	%/м	0,0080	0,0092	0,0157	0,0284	0,0299	0,0411	0,0603	0,0613
	дБ/м	0,00035	0,00040	0,00068	0,00123	0,00130	0,00179	0,00262	0,00266
Время сработки, чч:мм:сс		17:48:18	17:48:28	19:48:38	17:49:00	17:49:02	17:49:35	17:50:13	17:50:15
Задержка, с		8	18	28	50	52	85	125	127

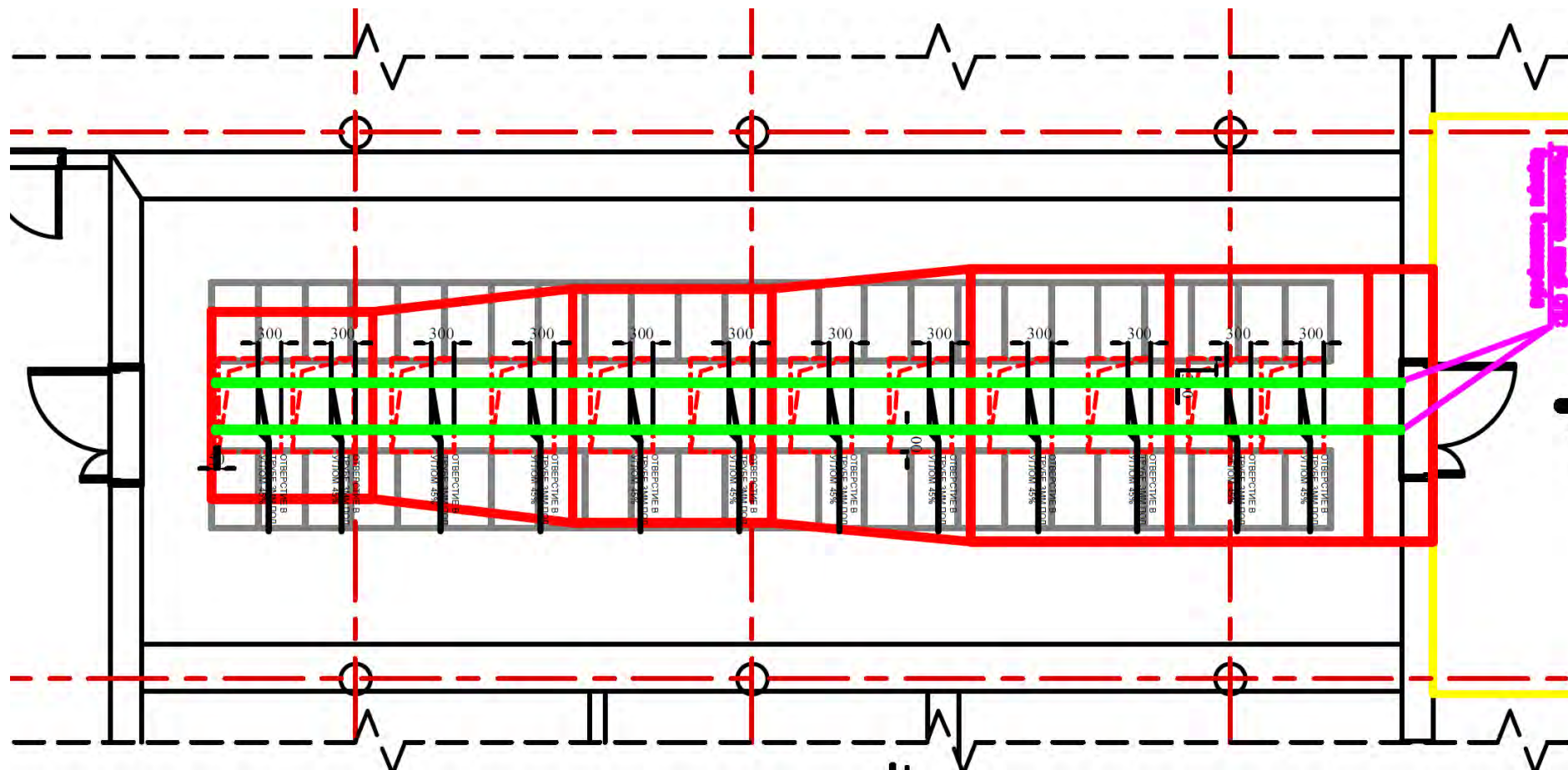
Чувствительность дымовых аспирационных (ИПДА) и точечных извещателей (ИПДОТ) отличается в 500 – 2000 раз!

Воздушные потоки в ЦОД



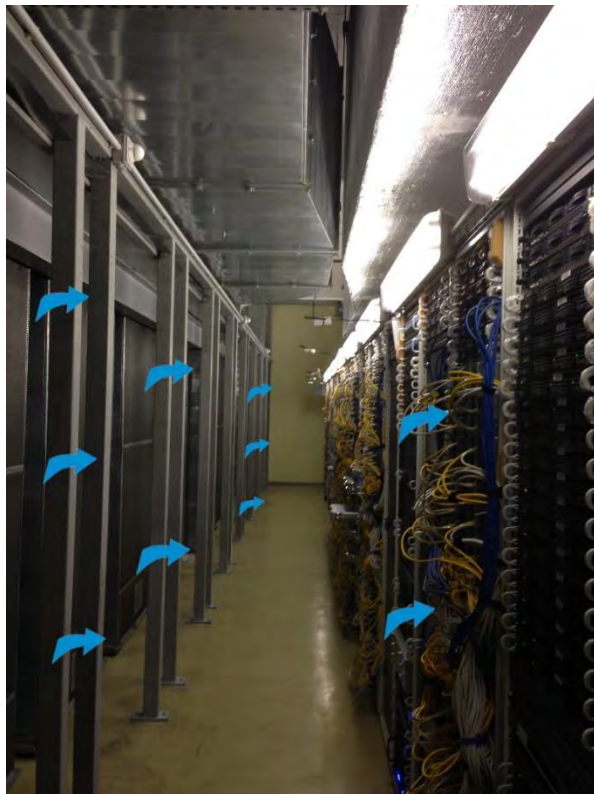
ЦОД с горячим коридором по центру
(разрез)

Воздушные потоки в ЦОД



ЦОД с горячим коридором по центру
(вид сверху)

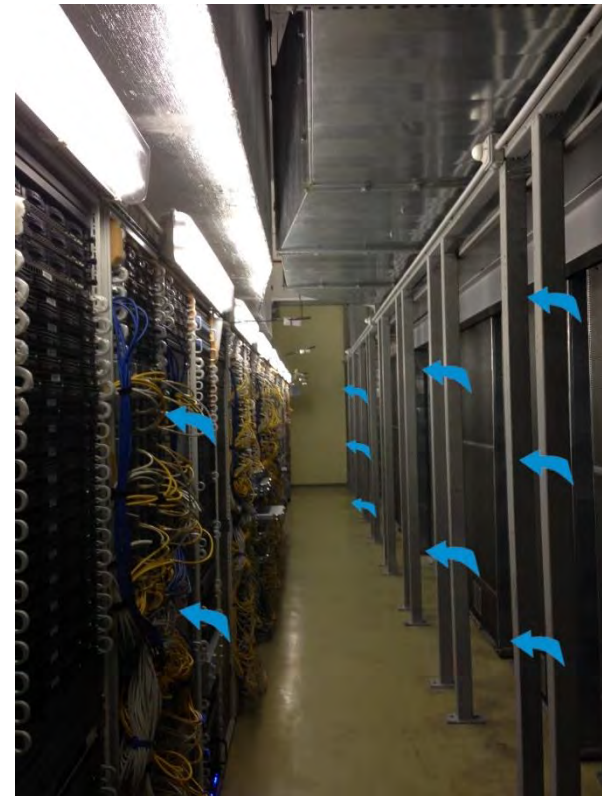
Воздушные потоки в ЦОД



Холодный коридор



Горячий коридор

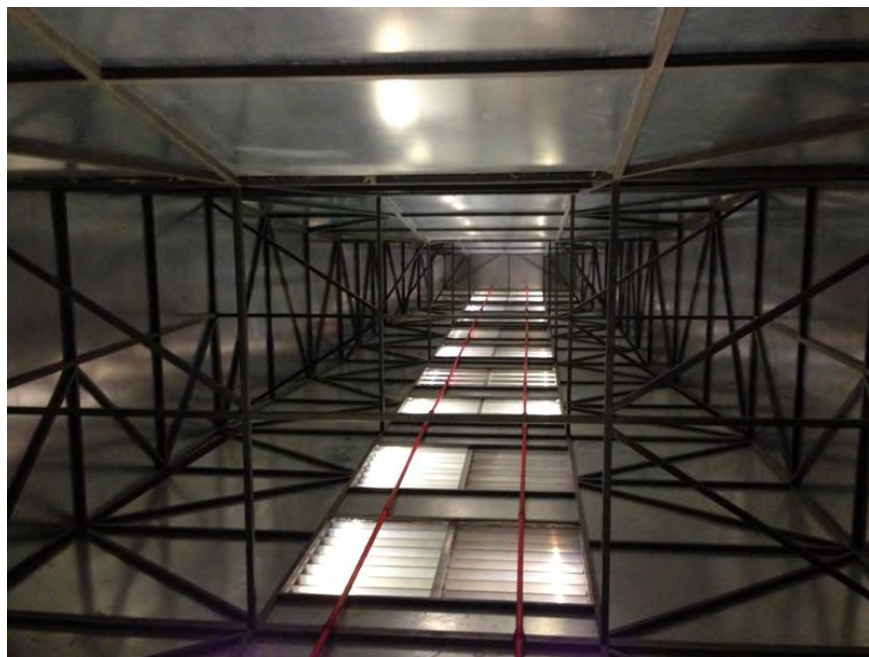


Холодный коридор

Воздушные потоки в ЦОД



Расположение труб тестового
аспирационного извещателя
на фильтрах системы
охлаждения



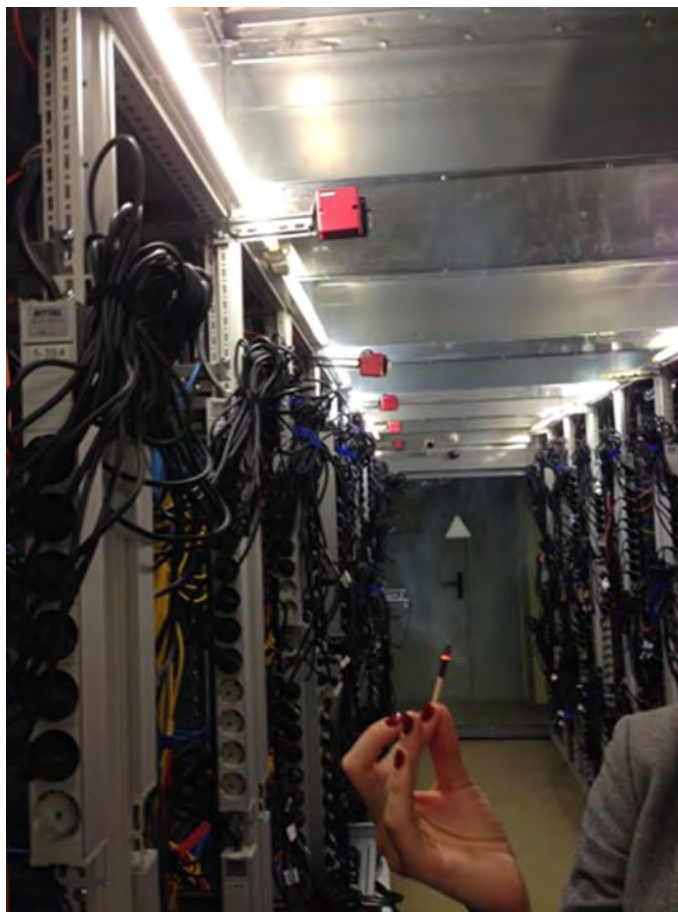
Расположение труб штатного
аспирационного извещателя
над горячим коридором

Тестовый очаг «Дымовая спичка»



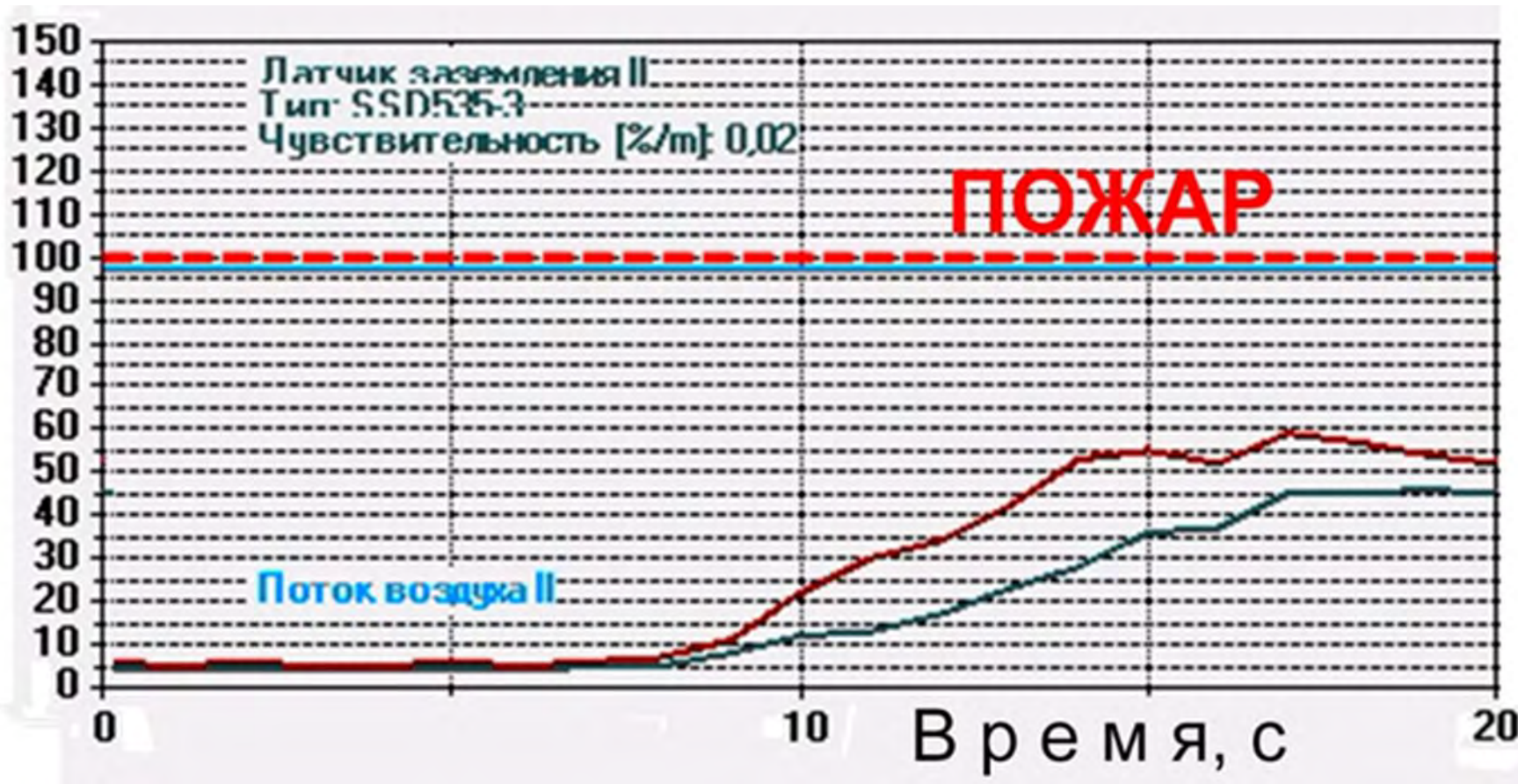
Тестовые дымовые спички Smoke Match

Тестовый очаг «Дымовая спичка»



Тестовый очаг в середине горячего коридора

Тестовый очаг «Дымовая спичка»



Удельная оптическая плотность дыма

Тестовый очаг «Дымовая спичка»

Расположение спички	«Предтревога 1» (0,002 %/м)		«Предтревога 2» (0,004 %/м)	
	Детектор 1	Детектор 2	Детектор 1	Детектор 2
Горячий, начало	8 с	9 с	9 с	-
Горячий, середина	8 с	10 с	10 с	12 с
Горячий, конец	12 с	14 с	19 с	18 с
Холодный, середина	16 с	14 с	20 с	16 с

Время обнаружения

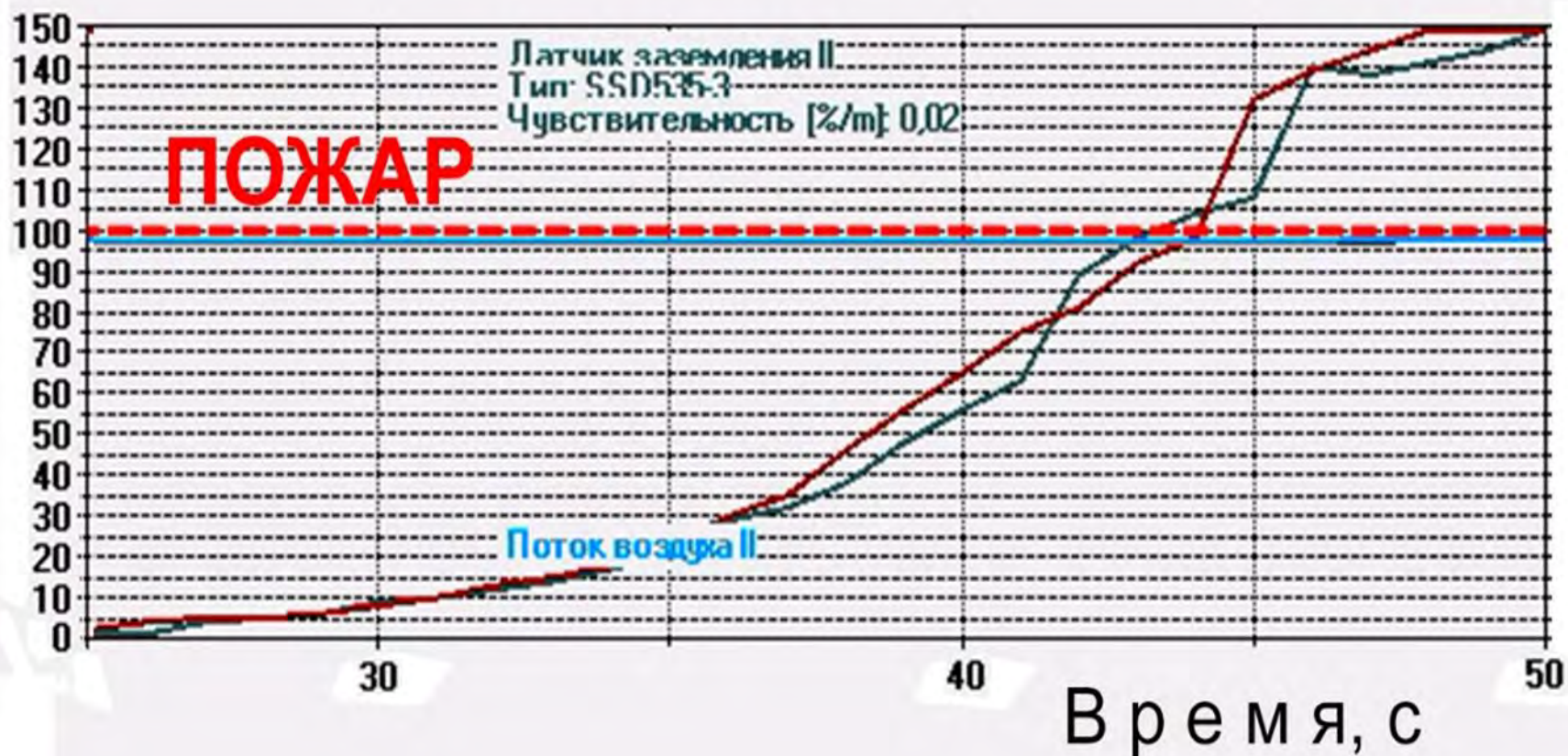
Штатный аспирационный извещатель не сработал ни разу !

Тестовый очаг «Перегрев кабеля»



Витая пара UTP длиной 2,5 м, источник 12В 33 А.
Уровень дыма через 30 с после включения напряжения

Тестовый очаг «Перегрев кабеля»



Удельная оптическая плотность дыма.
Очаг в конце горячего коридора

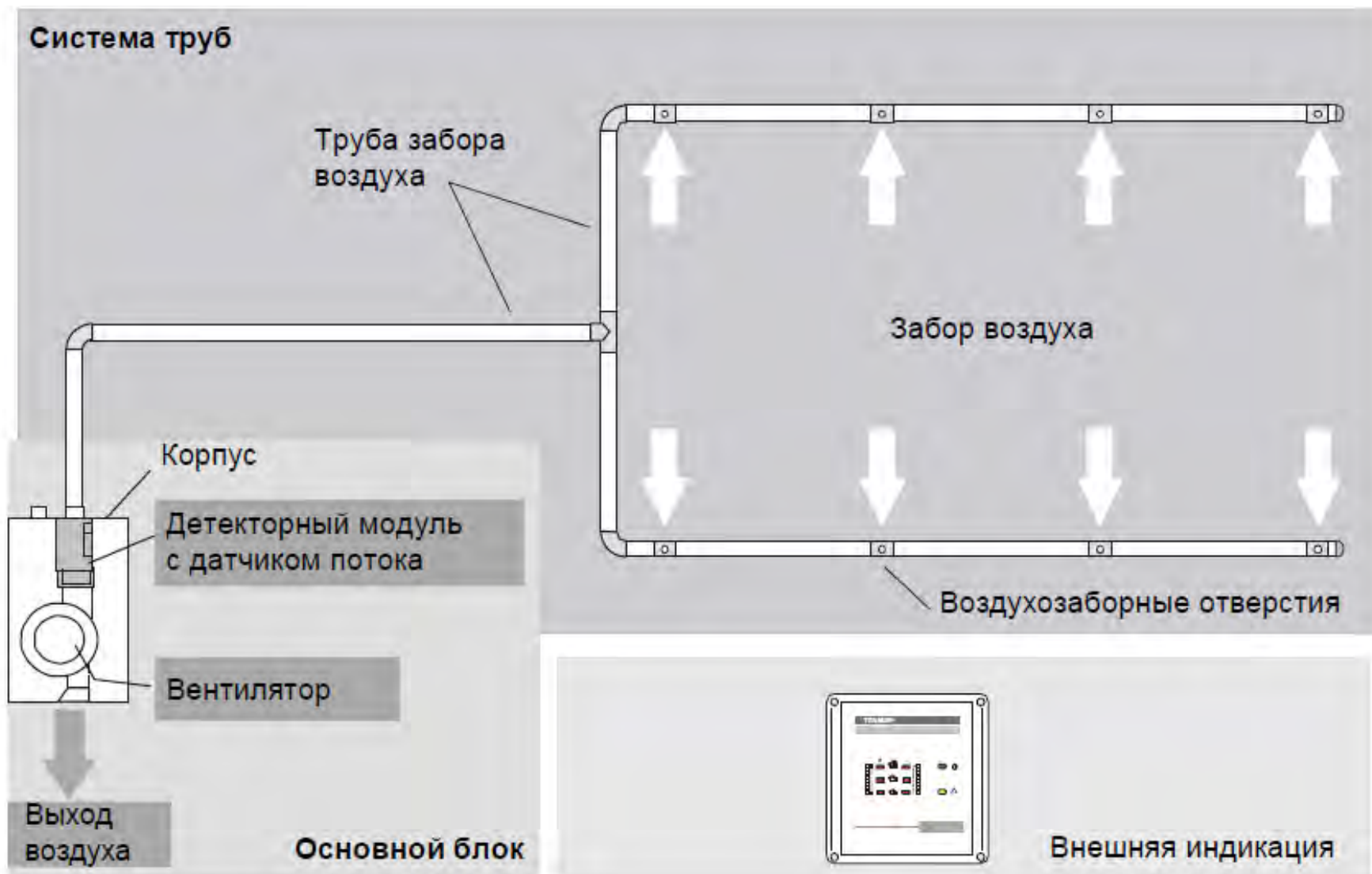
Тестовый очаг «Перегрев кабеля»

Расположение кабеля	«Предтр. 1» (0,002 %/м)		«Предтр. 2» (0,004 %/м)		«Предтр. 3» (0,01 %/м)		«Пожар» (0,02 %/м)	
	Дет. 1	Дет. 2	Дет. 1	Дет. 2	Дет. 1	Дет. 2	Дет. 1	Дет. 2
Горячий, начало	25 с	26 с	30 с	27 с	36 с	35 с	-	94 с
Горячий, конец	31 с	31 с	35 с	35 с	39 с	40 с	45 с	44 с
Холодный, середина	33 с	37 с	38 с	41 с	-	-	-	-

Время обнаружения

Штатный аспирационный извещатель не сработал ни разу!

Аспирационный извещатель

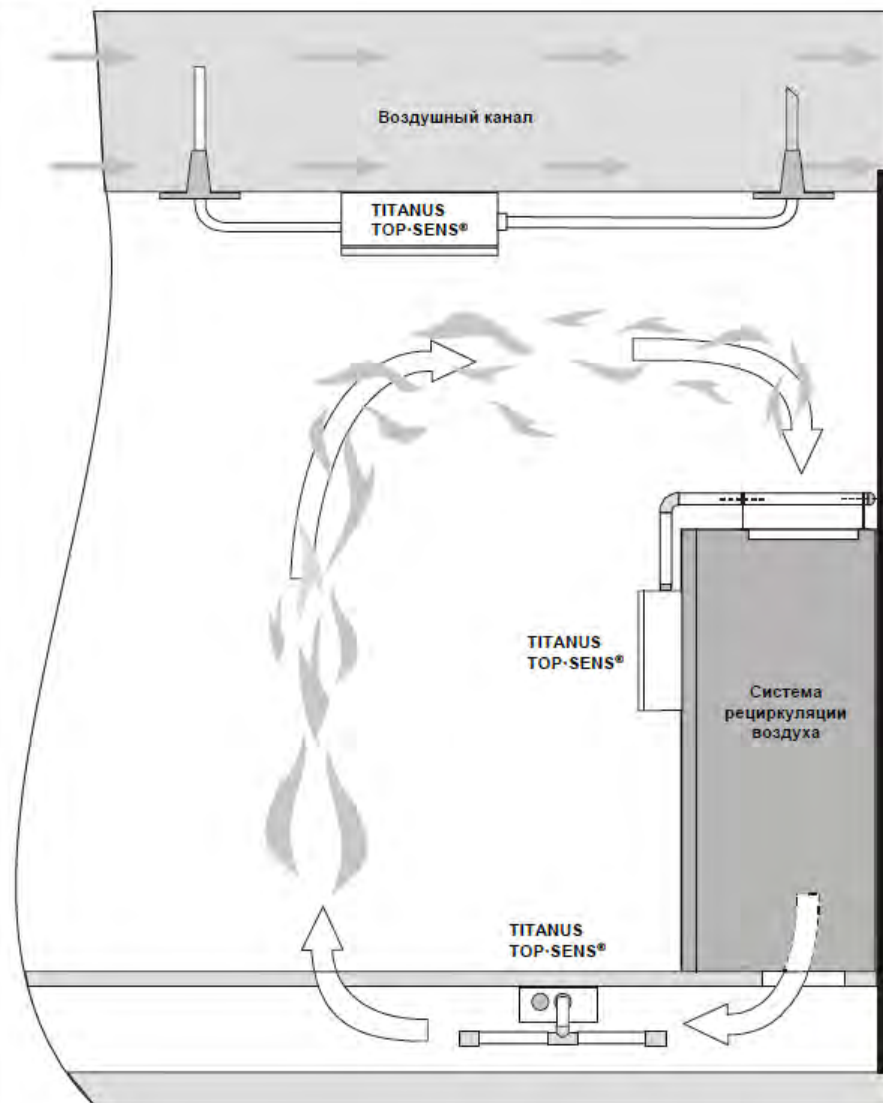


Влияние воздушных потоков

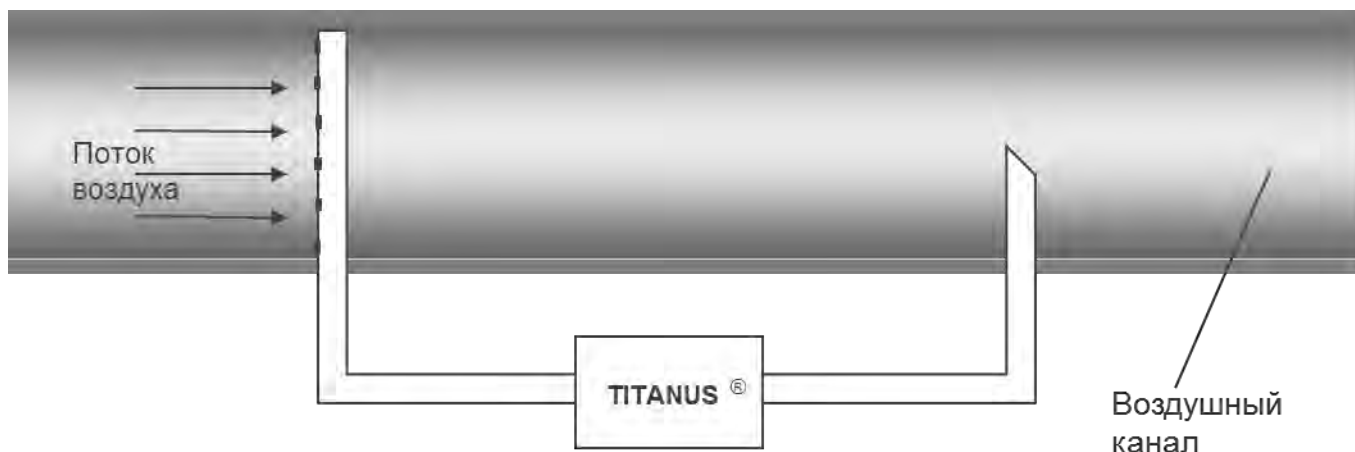
Размещение труб
аспирационных извещателей
в ЦОД зависит от
конструкции системы
охлаждения и от воздушных
потоков в помещении.

Могут защищаться:

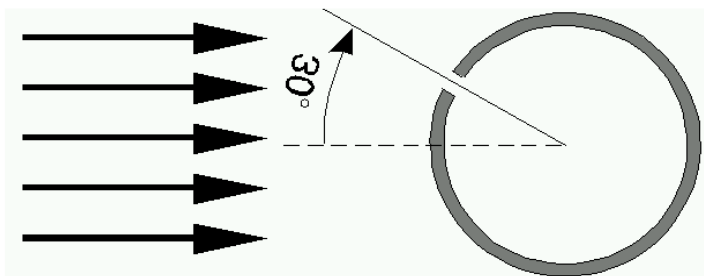
- вход кондиционера
- воздушные каналы
- пространство под фальшполом



Забор проб из вытяжной вентиляции



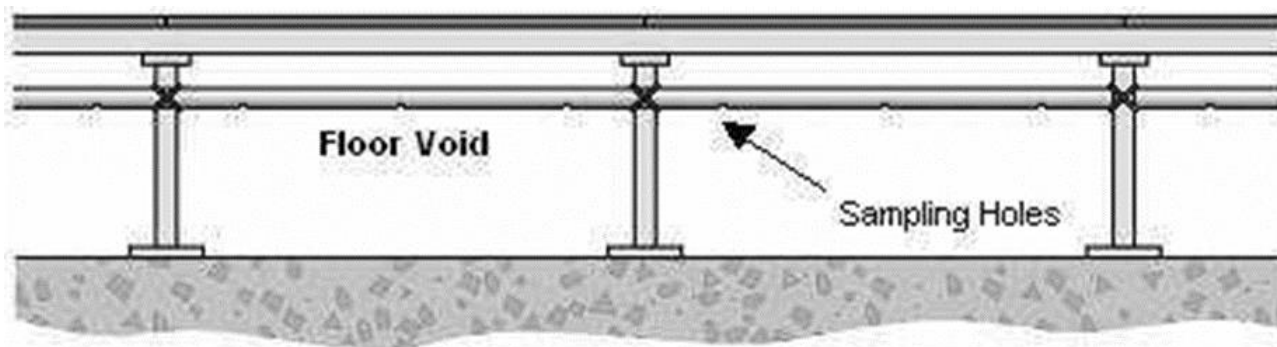
Забранный воздух
должен быть возвращен
в воздуховод



Воздухозаборные отверстия
должны быть отвернуты на 30° от
направления потока воздуха

Защита пространств под полом

Трубы с воздухозаборными отверстиями располагаются в верхней части пространства под фалшь полом



Свод правил СП5.13130.2009

Требования по п. 13.3.4 и п. 13.4.1
определяют установку точечных дымовых
извещателей (ИПДОТ):

- **только под перекрытием!**
- на значительных расстояниях – **до 9 м**
- средняя контролируемая площадь на один ИПДОТ **до 85 м²!**

Эти требования не применимы к ЦОД

NFPA 76-2016 Стандарт для защиты от пожара телекоммуникационных средств

- Трубы аспирационных извещателей с воздухозаборными отверстиями рекомендуется располагать в ключевых точках, где скорее всего пройдет дым.
- Например, в потоках горячего воздуха и на вытяжных вентиляционных решетках системы охлаждения.

Требования стандарта NFPA 76

- Защищаемая площадь вентиляционной решетки на одно отверстие $0,2\text{м}^2$, максимум $0,4\text{м}^2$.
- Вентиляционная решетка размером $1,5\text{ м} \times 0,8\text{ м}$ должна защищаться воздухозаборными трубами с 6 отверстиями



Требования стандарта NFPA 76

Назначение	Низкий воздухообмен, ≤ 30 цикл/час		
	Чувствительность	Площадь	Расстояния
Сверхраннее обнаружение	$\leq 0,656 \text{ \%}/\text{м}^*$, $\leq 0,029 \text{ дБ}/\text{м}$	18,58 м ²	4,31 м
Управление клапанами, дверьми и шторами	$\leq 4,92\%/м$, $\leq 0,219 \text{ дБ}/\text{м}$	37,16 м ²	6,1 м
Запуск пожаротушения	8,2 — 13,12 $\%/м$, 0,372 — 0,61 $\text{дБ}/\text{м}$	37,16 м ²	6,1 м

*Чувствительность по ГОСТ Р 53325-2012 по классу А $\leq 0,8 \text{ \%}/\text{м}$ (0,035 $\text{дБ}/\text{м}$)

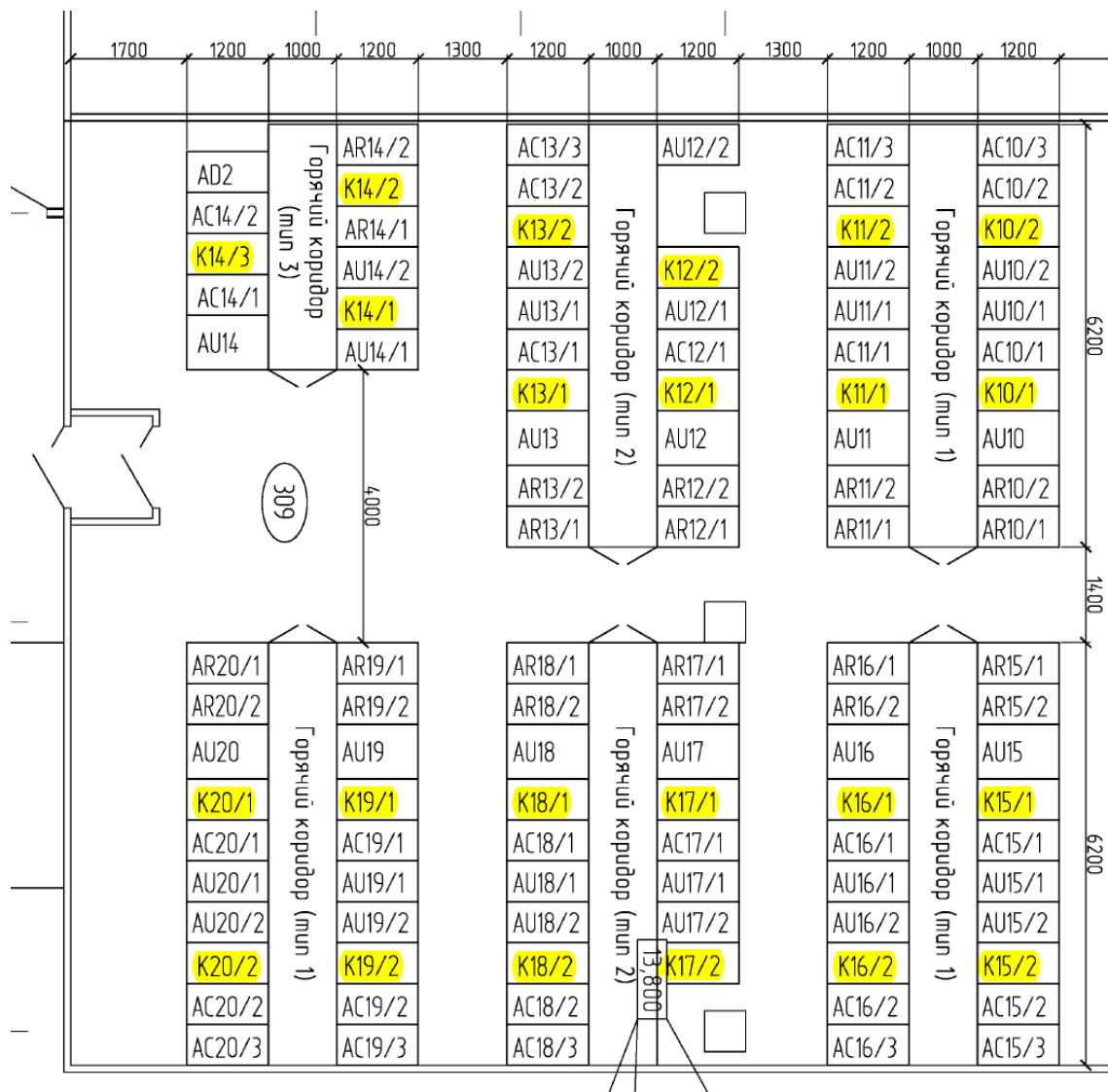
Требования стандарта NFPA 76

Назначение	Высокий воздухообмен, >30 цикл/час		
	Чувствительность	Площадь	Расстояния
Сверхраннее обнаружение	$\leq 0,328 \text{ \%}/\text{м}^*$, $\leq 0,014 \text{ дБ}/\text{м}$	9,29 м ²	3,05 м
Управление клапанами, дверьми и шторами	$\leq 2,46\%/м$, $\leq 0,108 \text{ дБ}/\text{м}$	18,58 м ²	4,31 м
Запуск пожаротушения	4,92 — 9,84 $\%/м$, 0,219 — 0,45 $\text{дБ}/\text{м}$	18,58 м ²	4,31 м

***Требования по чувствительности превышают класс А в 2,5 раза!**

Вертикальные
кондиционеры
выделены желтым
цветом.

Трубы аспирационных
извещателей
располагаются в горячих
коридорах
перед воздухозаборами
кондиционеров



Защита ЦОД аспирационными извещателями

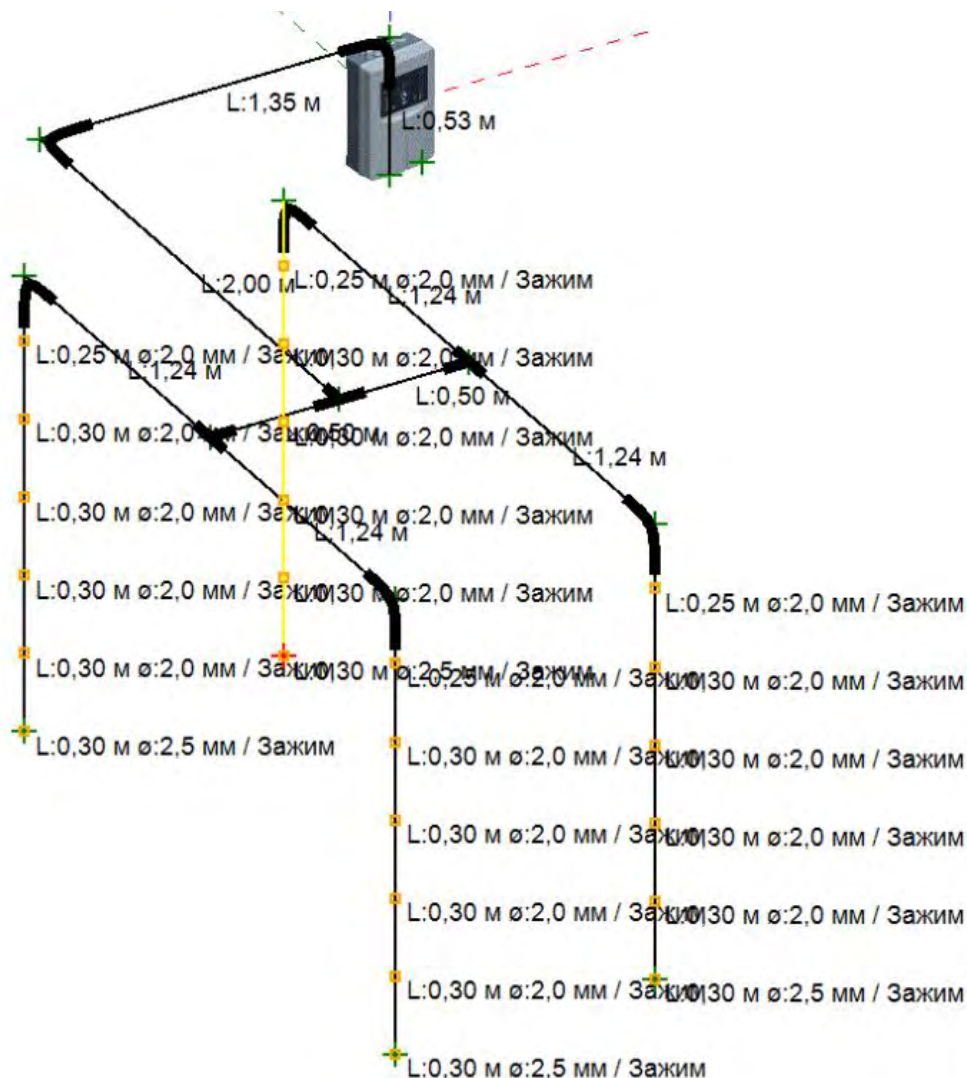


Горячий коридор с вертикальными кондиционерами, встроенными в ряды стоек.

Сверху горячий коридор отделен от основного объема помещения.
Запуск пожаротушения производится от штатных ИПДОТ.

Аспирационные извещатели обеспечивают сверхраннее обнаружение пожарной опасности

Защита ЦОД аспирационными извещателями



- Трубы аспирационных извещателей располагаются перед воздухозаборами кондиционеров.
- По одному аспирационному извещателю на каждый горячий коридор
- Труба с 6 отверстиями перед каждым кондиционером

Защита ЦОД аспирационными извещателями

Узел	Описание	RL	TL	S[C]	S[B]	S[A]	P	VS	ø
	(ASD) ASD 535		0,00					1,61	
A1	(TU 25 PVC) Всасывающая труба D=25 мм ПХВ, l=5 м	0,53	0,53				297	1,61	
A2	(BE 25 PVC) Дуга 90° D=25 мм ПХВ		0,53						
A3	(TU 25 PVC) Всасывающая труба D=25 мм ПХВ, l=5 м	1,35	1,88						
A4	(BE 25 PVC) Дуга 90° D=25 мм ПХВ		1,88						
A5	(TU 25 PVC) Всасывающая труба D=25 мм ПХВ, l=5 м	2,00	3,88						
A6	(TP 25 PVC) Тройние D=25 мм ПХВ		3,88						
A6.A1	(TU 25 PVC) Всасывающая труба D=25 мм ПХВ, l=5 м	0,50	4,38						
A6.A2	(TP 25 PVC) Тройние D=25 мм ПХВ		4,38						
A6.A2.A1	(TU 25 PVC) Всасывающая труба D=25 мм ПХВ, l=5 м	1,24	5,62						
A6.A2.A2	(BE 25 PVC) Дуга 90° D=25 мм ПХВ		5,62						
A6.A2.A3	(TU 25 PVC) Всасывающая труба D=25 мм ПХВ, l=5 м	1,75	7,37						
A6.A2.A3 - 1	-1- Пост всаса / Зажим	0,25	5,87	6,640	1,160	0,390	245	0,07	2,00
A6.A2.A3 - 2	-2- Пост всаса / Зажим	0,30	6,17	6,650	1,160	0,390	244	0,07	2,00
A6.A2.A3 - 3	-3- Пост всаса / Зажим	0,30	6,47	6,660	1,160	0,400	244	0,07	2,00
A6.A2.A3 - 4	-4- Пост всаса / Зажим	0,30	6,77	6,670	1,160	0,400	244	0,07	2,00
A6.A2.A3 - 5	-5- Пост всаса / Зажим	0,30	7,07	6,670	1,160	0,400	243	0,07	2,00
A6.A2.A3 - 6	-6- Пост всаса / Зажим	0,30	7,37	6,670	1,160	0,400	243	0,07	2,50
A6.A2.B1	(TU 25 PVC) Всасывающая труба D=25 мм ПХВ, l=5 м	1,24	5,62						
A6.A2.B2	(BE 25 PVC) Дуга 90° D=25 мм ПХВ		5,62						
A6.A2.B3	(TU 25 PVC) Всасывающая труба D=25 мм ПХВ, l=5 м	1,75	7,37						
A6.A2.B3 - 1	-1- Пост всаса / Зажим	0,25	5,87	6,640	1,160	0,390	245	0,07	2,00
A6.A2.B3 - 2	-2- Пост всаса / Зажим	0,30	6,17	6,650	1,160	0,390	244	0,07	2,00
A6.A2.B3 - 3	-3- Пост всаса / Зажим	0,30	6,47	6,660	1,160	0,400	244	0,07	2,00
A6.A2.B3 - 4	-4- Пост всаса / Зажим	0,30	6,77	6,670	1,160	0,400	244	0,07	2,00
A6.A2.B3 - 5	-5- Пост всаса / Зажим	0,30	7,07	6,670	1,160	0,400	243	0,07	2,00
A6.A2.B3 - 6	-6- Пост всаса / Зажим	0,30	7,37	6,670	1,160	0,400	243	0,07	2,50

Аэродинамический расчет системы с определением чувствительности
каждого отверстия и времени транспортировки

Трубы располагаются в горячих коридорах
и на воздухозаборах кондиционеров

[illegible]

Трубы располагаются в горячих коридорах
и на воздухозаборах кондиционеров

Литература

1. Неплохов И. [Сверхраннее обнаружение пожароопасной ситуации: минимизация материального ущерба](#). Системы безопасности. № 4 2017.
2. Неплохов И. [Извещатели пожарные дымовые аспирационные. Часть 1: классы ИПДА. Технологии защиты](#). № 3 2015.
3. Неплохов И. [Извещатели пожарные дымовые аспирационные. Часть 2: нормативные требования и тесты для ЦОД. Технологии защиты](#). № 3 2016.
4. Неплохов И. [Пожарные извещатели - линейные или аспирационные?](#) Часть 1. Грани безопасности. № 1 - 2 2015.
5. Неплохов И. [Пожарные извещатели— линейные или аспирационные?](#) Часть 2. Грани безопасности. № 3 2015.
6. Неплохов И. [Аспирационный извещатель или... термокабель?](#) Каталог "Пожарная безопасность" 2017.
7. Неплохов И. [Аспирационные дымовые пожарные извещатели](#). Системы безопасности. № 6 2009.
8. Неплохов И. [Аспирационные извещатели: классификация и характеристики](#). Системы безопасности. № 1 2007.

КЛЮЧЕВЫЕ ЗАКАЗЧИКИ И ПАРТНЕРЫ ГК «ПОЖТЕХНИКА»



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

129626, Москва,
ул. 1-я Мытищинская 3а,
(м. Рижская, м. Алексеевская)

Тел: 8 (495) 5 404 104
Факс: 8 (495) 5 404 104

е-mail: info@firepro.ru
ineplokhov@firepro.ru
сайт: www.firepro.ru