

РАЗМЕРЫ ЧАСТИЦ ДЫМА И КОРРЕКТНОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ ОГНЕВЫХ ИСПЫТАНИЙ ПОЖАРНЫХ ИЗВЕЩАТЕЛЕЙ

А.В. Зайцев

научный редактор журнала
«Алгоритм безопасности»

ОПЯТЬ ПРО УСТАНОВКУ «ДЫМОВОЙ КАНАЛ»

п. 13.1.1. СП 5.13130.2009 «Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования»:

– Выбор типа точечного дымового пожарного извещателя рекомендуется производить в соответствии с его чувствительностью к различным типам дымов».

Для проведения измерения чувствительности дымовых пожарных извещателей у нас в стране до сих пор применяется методика определения порога срабатывания в установке «Дымовой канал» с тлением хлопка или путем введения аэрозоля, использующего в качестве материала дымообразования парафиновое масло, со средним диаметром частиц аэрозоля от 0,5 до 1,0 мкм.

Уже вроде как давно всем понятно, что испытания в установке «Дымовой канал» должны выявлять только относительное влияние на извещатель внешних воздействующих факторов (температура, вибрация, напряжение питания и т.п.), а вовсе не абсолютные значения чувствительности изделия, выраженные в величинах удельной оптической плотности воздуха. В установке «Дымовой канал» во всем мире выявляют только отношения порогов срабатывания до, во время и после завершения внешних воздействий. Чем ближе эти отношения к 1, тем меньше эти воздействующие факторы влияют на проверяемое изделие, тем меньше влияние дестабилизирующих факторов.

Эти испытания проводят как предварительные, позволяющие выявить продукты, которые можно забраковать на уже этом этапе и не допускать до следующих, более дорогих и трудоемких испытаний, но которые позволяют получить более достоверные результаты по пригодности извещателей по обнаружению возникающих очагов пожара.

У нас же в стране почему-то до сих пор пытаются этим же способом получить абсолютные значения чувствительности. Но, надо понимать, что испытания в установке «Дымовой канал» могут в лучшем случае выявлять только пороговое значение чувствительности оптико-электронного кана-

ла «излучатель-среда-приемный тракт» при установившемся процессе накопления продуктов горения в оптической системе извещателя. Этому, в частности, и была посвящена статья [1]. В ней также было отмечено, что аэродинамические свойства как корпуса, так и оптической системы извещателя и инерционность его срабатывания, являясь одними из основных характеристик конкретного извещателя, при этом ни как не учитываются.

МЕСТО И НАЗНАЧЕНИЕ ОГНЕВЫХ ИСПЫТАНИЙ

Именно огневые испытания с использованием тестовых очагов способны оценить чувствительность ПИ к реальным пожарам. Об этом уже много раз писалось в отраслевых СМИ.

Но для их проведения по требованиям ГОСТ Р 53325-2012 требуется иметь измеритель концентрации, который является достаточно дорогим измерительным прибором. Более того, в предыдущей редакции стандарта от 2009 года все это вообще отсутствовало, контроль за происходящим процессом осуществлялся только по времени срабатывания извещателя. Поэтому и сейчас бытует мнение, что уж коли мы проводим испытания для оптико-электронных дымовых пожарных извещателей, то говорить о необходимости контроля среды с помощью еще и измерителя концентрации излишне.

Вот если бы речь шла об ионизационных пожарных извещателях, то тогда, конечно, этот измеритель концентрации частиц был бы нужен. Подобное утверждение я очень много раз слышал даже от профессионалов. По мнению многих для этих испытаний вполне достаточно иметь только один измеритель удельной оптической плотности.

Но все они забывают, что для выявления развивающихся пожаров важно проверять не только срабатывание извещателя при определенной удельной оптической плотности воздуха, но и при разных размерах самих частиц в воздухе, чтобы можно было бы по результатам испытаний констатировать, что срабатывание произошло из-за обнаружения соответствующего типа дыма. Иначе никто не сможет дать гарантию,

что данный тип извещателя может обнаружить не только возгорание хлопковых материалов на складе, но и возгорание синтетических или других материалов. Но и это еще не критерий.

НЕФЕЛОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ОБНАРУЖЕНИЯ И РАЗМЕРЫ ЧАСТИЦ ДЫМА

Нефелометрический способ (измерение интенсивности рассеяния излучения), на котором основана работа точечных оптико-электронных дымовых пожарных извещателей, имеет свойства неравномерной чувствительности к различным размерам частиц дыма, что хорошо поясняет теория Ми, значению которой в работе пожарных извещателей была посвящена статья [2].

Хотелось бы напомнить. Теория рассеяния световой волны частицами малых размеров подробно разработана Густавом Ми (G. Mie) в 1908 году и получила название МИ Теория – теория рассеяния (дифракции) плоской электромагнитной волны на однородной сфере произвольного размера.

Для различных видов пожарной нагрузки размеры частиц дыма могут иметь размеры от 0,1 до 0,5 мкм.

В зависимости от месторасположения точки наблюдения (в зоне прямого рассеяния с $\Theta=0^\circ$, в зоне бокового рассеяния с $\Theta=90^\circ$ или в зоне обратного рассеяния с $\Theta=180^\circ$) меняется неравномерность чувствительности к различным размерам обнаруживаемых частиц, что представлено на рисунке 1. К примеру, при расположении приемника светового излучения извещателя в зоне прямого рассеяния (по ходу движения световой волны от источника) максимальная его чувствительность отмечается для размеров частиц от 0,5 до 10 мкм. Таким размерами обладают частицы пыли, пара и всевозможных аэрозолей. С другой стороны, у таких извещателей, из-за ограниченного динамического диапазона приемного тракта, отмечается пониженная чувствительность к дымам с размерами частиц в диапазоне 0,1-0,2 мкм.

При перемещении приемника светового излучения в сторону зоны бокового, а еще лучше в зону обратного рассеяния равномерность чувствительности извещателя к частицам дыма повышается, но происходит значительное снижение абсолютного значения интенсивности рассеяния, а следовательно, и уровня сигнала на фотоприемнике. В этом случае без принятия дополнительных конструктивных мер происходит снижение защищенности извещателей к электромагнитным внешним воздействиям, что приходится наблюдать сплошь и рядом.

Если же проверку возможностей извещателя обнаруживать дым проводить без учета различных размеров частиц дыма, то вероятность реального обнаружения пожара такими извещателями при той или иной пожарной нагрузке может быть сведена к нулю.

Значит, извещатель в процессе сертификационных испытаний должен быть проверен для всех типов дыма с размерами частиц во всем диапазоне от 0,1 до 0,5 мкм. Для чего и предусмотрены различные виды тестовых пожаров.

Перенос дыма от огня к месту расположения извещателей осуществляется султанами и потолочными струйными потоками. В процессе переноса дыма происходит изменение его характеристик, в частности размеров его частиц, в основном из-за осаждения и агломерации (спекания). Известно, что при охлаждении дыма в конвекционных потоках более мелкие частицы агломерируются, т.е. с течением времени образуют более крупные частицы («старение» дыма), что в свою очередь ведет к снижению их концентрации.

Но как уже ранее было отмечено, для корректной оценки чувствительности к тестовым пожарам пожарных извещателей в их оптические системы должны попадать частицы с четко определенными размерами для каждого типа тестового пожара, что отражено на рисунке 2. И вот это в процес-

се проведения тестов необходимо обязательно контролировать, чтобы достоверно знать, что тестовый пожар прошел в строго установленных рамках.

Корректность проводимых испытаний должна быть безусловно обеспечена соблюдением в помещении для огневых испытаний температурного режима от 18°C до 28°C (по EN 54-7 температурный режим дополнительно определен еще и разницей температуры между полом и потолком менее 2°C) при относительной влажности в помещении от 30% до 80%. При этом атмосферное давление должно быть в пределах от 98 до 104 кПа (735-780 ммHg).

Достигнуть в помещении для огневых испытаний более точных значений температуры, влажности и атмосферного давления по всем этим параметрам одновременно практически невозможно, но отклонения могут значительно повлиять на характер дымообразования.

Поэтому в процессе проведения тестов необходимо обязательно контролировать размеры частиц в непосредственной близости от тестируемых извещателей.

Рис. 1. Зависимость чувствительности оптико-электронных пожарных точечных извещателей от размеров частиц (d) и точек наблюдения (Θ)

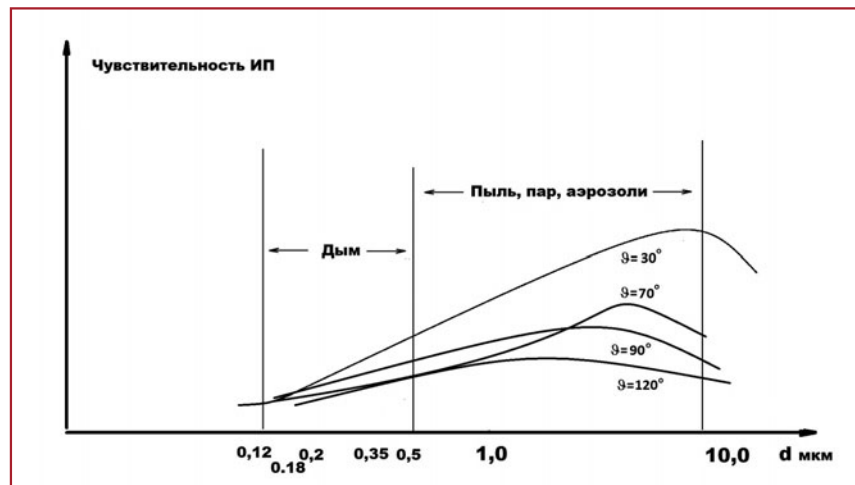
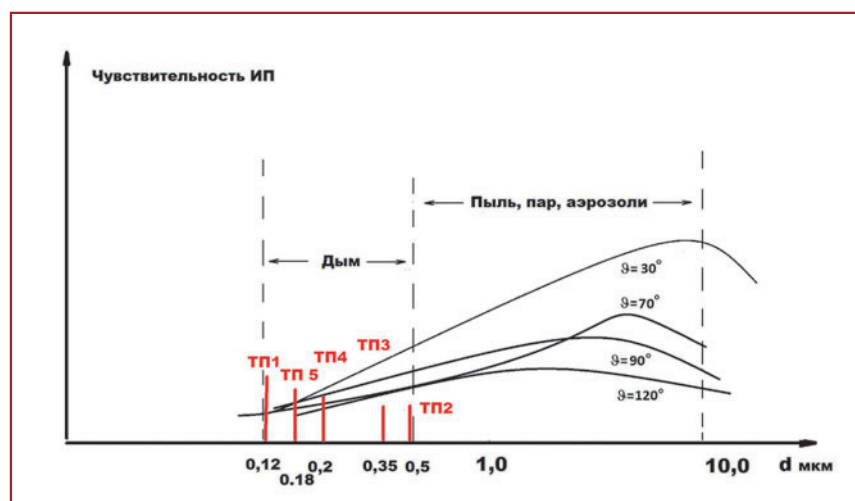


Рис. 2. Необходимые условия для принятия решения о пригодности ИП



Бегать по помещению и пытаться с помощью линейки измерить размеры частиц, как все понимают, нереально.

ЧТО ТАКОЕ СЕЛЕКТИВНАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ПОЖАРНОГО ИЗВЕЩАТЕЛЯ

А вот тут нас ждет некоторая неприятность. При реальном пожаре размеры частиц дыма зависят не столько от вида пожарной нагрузки (дерево, синтетика и т.п.), а еще от реальных условий, при которых происходит пожар: объема пожарной нагрузки, т.е. тепловыделения, расстояния до ИП, в том числе и высоты потолка, от внешних условий развития пожара (приток кислорода извне, температура окружающей среды, влажность и т.п.). И вот в этих неповторяющихся условиях на ИП могут поступать частицы дыма уже с абсолютно разными размерами при той же пожарной нагрузке. И говорить о селективной чувствительности того или иного ИП к тем или иным типам пожара не приходится. Тогда фраза, приведенная в самом начале этой статьи из свода правил СП 5.13130.2009 (п. 13.1.1) становится не применимой. Так и приведенные параллелограммы в приложении А к ГОСТ Р 53325-2012 в этом случае теряют всякий разумный смысл.

В зарубежных нормативных документах такая фраза тоже изначально была, но потом в рамках проведения соответствующих исследований была убрана как неактуальная.

В итоге осталось, что все ИП должны обеспечивать необходимую чувствительность ко всем тестовым очагам. И вот это абсолютно правильно и подтверждается как всеми теоретическими исследованиями, так и практическими проверками.

КАК ЖЕ ГАРАНТИРОВАТЬ КОРРЕКТНОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТОВЫХ ПОЖАРОВ?

Известно, что между удельной оптической плотностью среды и концентрацией частиц в ней есть четкая взаимосвязь через размеры этих частиц (рис. 3). Поэтому, измеряя одновременно как ослабление светового луча в среде, так и концентрацию частиц, можно однозначно узнать размер образующихся в процессе горения частиц дыма.

В приложении А к ГОСТ Р 53325-2012 «Технические средства пожарной автоматики» для каждого тестового пожара приведены графики соответствия концентрации и оптической плотности среды во время проведения тестов. На рисунке 4 приведен один из них для ТП-5.

Соотнеся значение удельной оптической плотности m , выраженное в раз/мкм, к относительной концентрации частиц Y в объеме 1 мкм^3 , мы, на мой взгляд, имеем полное право в некотором приближении говорить о площади поперечного сечения отдельных частиц $S_{\text{сеч}}$, которые стоят на пути светового потока, а следовательно, и о размерах самих частиц.

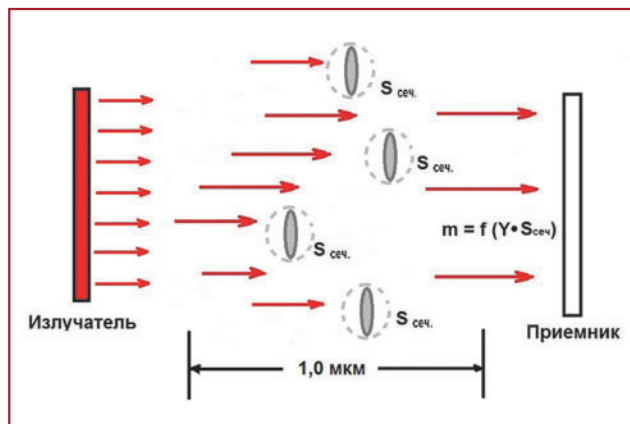


Рис. 3. Взаимосвязь удельной оптической плотности среды с концентрацией и размерами частиц

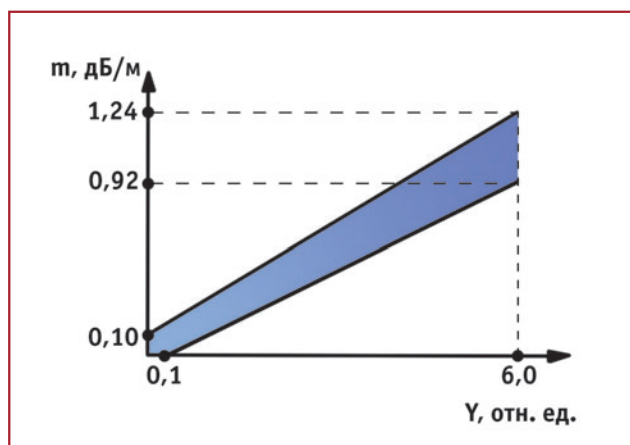


Рис. 4. Зависимость оптической плотности от концентрации для ТП-5

Если взять из графиков для тестовых пожаров отдельные значения m и Y и провести по ним расчеты согласно МИ Теории, то можно будет получить значения размеров частиц, приведенные в таблице 1.

Понятно, что в расчете были приняты некоторые допущения, в частности и то, что частицы дыма имеют сферическую форму, чего на самом деле никогда не бывает. Также на процессы рассеивания света влияет не только размер или форма частиц, но и другие факторы, например, цвет или способность материала к люминесценции.

Но при оценке корректности проведения тестов нам намного важнее иметь сравнительно-относительные значения размеров частиц при различных тестовых пожарах между собою, чем их абсолютные величины по трем измерениям.

Полученные таким образом размеры частиц дыма в достаточной степени коррелируют с аналогичными значениями, приведенными в различных источниках, что лишний раз подтверждает наличие четкой связи между оптической плотностью среды и концентрацией частиц при проведении огневых испытаний пожарных извещателей.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ НЕОБХОДИМОСТИ КОНТРОЛЯ РАЗМЕРОВ ЧАСТИЦ

Реально полученные зависимости удельной оптической плотности от условной концентрации при проведении различных тестовых пожаров приведены в [3]. В данной статье можно наглядно увидеть результаты тестов по огневым испытаниям, проводившимся в киевском испытательном центре ООО «Росток ВЦ». Очень показательные в этой части графики, расположенные в левой стороне рисунков 1-3, 8-11, 13-14, приведенных в данной статье.

Чтобы не загромождать текст многочисленными подробностями, хочется привести только один из них. Самым выразительным является график, приведенный в указанной статье на рисунке 8, здесь он отображен на рисунке 5. Это результат огневых испытаний по ТП-3 (TF-3) с тлением хлопка.

На графике зависимости m от Y с левой стороны от допустимого коридора значений находится заштрихованная область, которая характеризуется повышением размеров частиц вследствие их частичного охлаждения по пути к ИП. В правой стороне от допустимого коридора значений находится область, характеризующаяся преобразованием исходных частиц в частицы меньшего размера в процессе движения их к ИП вследствие повышенной температуры горячего материала.

С самого начала испытания, приведенного на рисунке 5, видно, как значения оптической плотности на левом графике на-

ходятся на границе допустимого коридора значений, что говорит о преобладании в этот момент частиц большого размера.

На 200-ой секунде теста при условной концентрации γ , равной 2, вдруг начались резкие качания и петлевые завихрения удельной оптической плотности. В этот момент основная часть дыма еще не достигла потолка, но уже началось вместо линейного распространения дыма его клубление и формирование султанов, в которых размеры частиц могут несколько меняться за счет частичного временного охлаждения, оседания и последующего нагревания. Эта фаза дымообразования является наиболее сложной для физического ее описания.

Таким образом, наличие в процессе проведения огневых испытаний пожарных извещателей не только измерителя оптической плотности, но и концентрации позволяет утверждать, что при тех или иных тестах в проверяемые пожарные извещатели поступали частицы дыма строго соответствующих размеров.

И если тестируемый пожарный извещатель может обнаружить все предусмотренные типы дыма за требуемые периоды времени, то он имеет полное право использоваться по своему прямому назначению.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ВВЕДЕНИЯ ОГНЕВЫХ ИСПЫТАНИЙ В ПЕРЕЧЕНЬ СЕРТИФИКАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ ПОЖАРНЫХ ИЗВЕЩАТЕЛЕЙ

Испытательных комплексов для проведения огневых испытаний во всем мире не так уж и много, не все даже ведущие мировые производители пожарных извещателей имеют их у себя. В частности в Украине при наличии нескольких производителей пожарных извещателей такой стенд имеется только у киевского испытательного центра ООО «Росток ВЦ». Один на всех.

В нашей стране примерно такая же ситуация, когда в полном объеме указанный испытательный стенд имеется только во ФГБУ ВНИИПО МЧС России.

Оборудование для проведения огневых испытаний дешевым назвать нельзя.

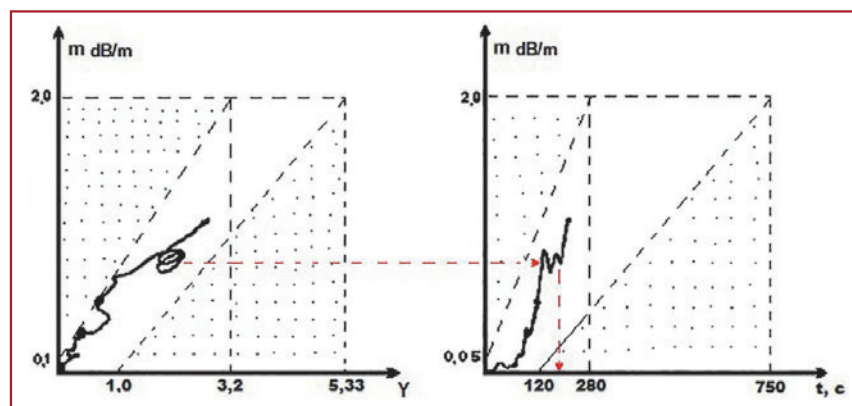
Это и специально оборудованное и, как правило, отдельно стоящее помещение с системой поддержания температурного режима по всему объему от пола до потолка и системой вентиляции для очистки от продуктов горения, но исключающей любые, даже самые маленькие сквозняки во время испытаний. Из измерительного оборудования особо ценным является измеритель концентрации, т.к. прибор, указанный в методике проведения испытаний, серийно не производится.

В течение рабочего дня, даже при изначальной тщательной подготовке, больше двух тестов провести не представляется возможным, а если проявить тщательность, то про-

Табл. 1. Размеры частиц дыма

	m (дБ/м)	m (разы/м)	m (разы/мкм)	γ (усл. ед)	$S_{сеч}$ (мкм ²)	D (мкм)
ТП1	0,45–0,75	0,11–0,19	$(0,11–0,19) \times 10^{-3}$	6	0,018–0,03	0,12–0,15
ТП5	0,92–1,24	0,24–0,33	$(0,24–0,33) \times 10^{-3}$	6	0,04–0,055	0,18–0,2
ТП4	1,27–1,73	0,34–0,49	$(0,34–0,49) \times 10^{-3}$	6	0,06–0,08	0,21–0,25
ТП3	2,0	0,58	$0,58 \times 10^{-3}$	3,2–5,33	0,1–0,18	0,28–0,37
ТП2	2,0	0,58	$0,58 \times 10^{-3}$	1,23–2,05	0,28–0,47	0,47–0,6

Рис. 5. Реальные графики зависимостей m от γ и m от t при проведении ТП-3



S632-2GSM НОВЫЕ ИСПОЛНЕНИЯ ПРИБОРОВ

от **PROXYMA**

- гарантированная доставка извещений по GSM и сети Интернет;
- встроенная сенсорная клавиатура с лицевой панелью из стекла;
- в составе бокс комплекта ретранслятор SR103-2GSM «Ретро».



Более подробную информацию о нашем оборудовании, его возможностях можно получить на еженедельном экспромт-семинаре «Минутка»

Минутка

ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВО PROXYMA СЕВЕРО-ЗАПАД

ЖДЕТ ВАС ПО АДРЕСУ: Санкт-Петербург, ул. Некрасова, д. 14, ООО «ЭМКОМ»

ЗАПИСЬ НА СЕМИНАР: proxymaspb@proxyma.ru

Дуплий Сергей: +7 (812) 363-1327 доб. 110; моб.: +7 (921) 300-2950

ЗАХОДИ НА МИНУТКУ: <http://emkom.spb.ru/minutka.html>

вести не получится и более одного теста.

В итоге затраты на огневые испытания в несколько раз больше, чем суммарная стоимость всех остальных сертификационных испытаний извещателей.

В частности, в британском испытательном центре LPCB стоимость сертификационных испытаний для точечного оптоэлектронного дымового пожарного извещателя составляет порядка 10.000 фунтов стерлингов. Из них почти 80% затрат приходится на огневые испытания.

Сейчас без учета огневых испытаний у нас в стране стоимость проведения таких сертификационных испытаний находится в пределах от 35 000 до 40 000 рублей. Не приходится ожидать, что эти затраты при включении в них огневых испытаний, такими же и останутся, так не бывает, более то-

го, уже давно имеются расценки и на эти работы.

Реальные же затраты на проведение огневых испытаний составляют в нашей стране порядка 20-30 тысяч рублей за один тестовый пожар, т.е. порядка 100-150 тысяч рублей за дымовой пожарный извещатель. Вот что реально следует ожидать.

Цена не такая уж большая, и при серийном производстве извещателей она не должна как-то повлиять на розничные цены. Другое дело, что для успешного прохождения этих испытаний производителям понадобится много затрат на доведение представляемых образцов до соответствующего состояния или, вполне возможно, разработка новых конструкций. Но это все равно когда-нибудь пришлось бы сделать, ведь нам же нужны пожарные извещатели, действитель-

но обнаруживающие реальные пожары, а не муляжи.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Зайцев А. В. Пожарные извещатели: огневые испытания или «дымовой канал» // Алгоритм безопасности. 2012. № 1.
2. Зайцев А. В. Чувствительность пожарных извещателей к различным типам дыма // Алгоритм безопасности. 2012. №№ 3, 4, 5.
3. Баканов В. Взгляд на пожарные дымовые извещатели через призму тестовых пожаров // F+S. 2010. № 1.

Все материалы вы можете найти в разделе «Библиотека» портала www.avtoritet.net.

КОМПАНИИ «В1 ЭЛЕКТРОНИКС» 10 ЛЕТ!

17 марта 2014 года компания «В1 электроникс» отмечает свой 10-й день рождения. Хороший повод рассказать о компании, истории ее создания и развития.

КАК ВСЕ НАЧИНАЛОСЬ?

В 2002 году с крупного проекта – системы видеонаблюдения «Балтийской трубопроводной системы», в котором участвовали нынешние учредители «В1 электроникс». Там мы впервые близко познакомились с цифровыми видеорегистраторами DVR и их возможностями. Это было время очередной смены технологий на рынке видеонаблюдения – ленточные видеомagneтофоны формата VHS и SVHS уходили в прошлое.

Простая идея: «А почему бы и нам не попробовать продвигать цифровые регистраторы?» – послужила толчком для создания в 2003 году отдела продаж внутри монтажной компании.

Отдел продаж развивался столь стремительно, что в 2004 году пришлось преобразовать его в отдельную компанию. Так родилась «В1 электроникс» («V1 electronics»):

- «В» – изначально мы определили для себя направление работы – Видеонаблюдение;
- «1» – ну это понятно – кому же не хочется быть первым?
- «электроникс» – это для солидности, в том смысле, что техника высокого качества.

«В1 электроникс», как и многие ее коллеги по цеху, стала расширять ассортимент видеорегистраторов, дополнять его ви-

деокамерами и т.п. Однако стратегию компании и направление дальнейшего развития определили вовсе не видеорегистраторы, хотя, надо отдать должное, они положили начало созданию компании.

ЭТО ИНТЕРЕСНО

Незадолго до этого, на выставке в Тайбэе мы познакомились с компанией SC&T – производителем систем передачи сигналов для систем видеонаблюдения и мультимедийных систем. Знакомство с руководством и идеологией компании SC&T обратило наше внимание на очень интересное и важное направление – СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ СИГНАЛОВ.

Чем больше мы погружались в эту тему, тем больше ею увлекались, разыскивали по миру новые интересные решения, проводили десятки тестов и экспериментов, выбирали лучшие и перспективные решения.

Со временем у «В1 электроникс» появилось собственное видение того, какими должны быть решения по передаче сигналов. Это видение воплотилось в создании в 2011 году собственных линеек продукции:

- OSNOVO – решения для передачи сигналов по медным кабелям;
- SF&T – решения для передачи сигналов по оптическим линиям;
- Wivat – беспроводная передача сигналов;
- Tezter – тестеры и генераторы сигналов;
- Lazso – разъемы и видео- аудиошнуры.

Что такое 10 лет? Это не возраст. Мы построили компанию «В1 электроникс» навсегда. Мы, работая в «В1 электроникс», настроены именно так и поэтому Мы:

- выстраиваем долгосрочные отношения с клиентами;
- выбираем надежных партнеров;
- не участвуем в рискованных сделках;
- очень, очень консервативны – деловая репутация для нас дороже денег;
- привлекаем к управлению молодых, энергичных и талантливых сотрудников, а основателям оставляем роль консультантов.

Говоря «В1 электроникс», мы имеем ввиду прежде всего коллектив сотрудников, которые строили и развивали компанию. Их энергии, знаниям, таланту и новаторским идеям обязана компания.

С юбилеем вас, наш дружный и прекрасный коллектив!!!

