

# Зонирование объекта при совместном использовании систем пожарной сигнализации, оповещения о пожаре и управления эвакуацией



Существующие технические нормативные правовые акты (ТНПА) рассматривают автоматические системы пожарной сигнализации (СПС) и системы оповещения о пожаре и автоматического управления эвакуацией (СОУЭ) как отдельные самостоятельные системы, уделяя незначительное внимание лишь передаче сигналов управления от СПС к СОУЭ. Автоматические и автоматизированные СОУЭ образуют вместе с СПС единую систему и для такой системы необходимо рассматривать все ее компоненты как отдельные составные части, предназначенные для выполнения задачи данной системы. Такой подход позволит построить технически эффективную систему, минимизировав экономические затраты. Задача СОУЭ — реализация разработанных планов эвакуации в целом по всему зданию (сооружению), а при необходимости — последовательно или выборочно в отдельных его частях (этаж, секция и т.п.) [ППБ РБ 1.02-94]. Конечная цель — безопасная эвакуация людей. Достижению именно этой цели должны быть подчинены затраты на систему СПС-СОУЭ.

## Справка ТБ

*Мисюкевич Николай Стефанович, кандидат технических наук, доцент. Доцент кафедры «Информационно-измерительная техника и технологии» БНТУ. Родился в 1962. В 1981 с отличием окончил Минский политехникум по специальности «Противопожарная техника и безопасность», в 1985 с отличием Пушкинское высшее военное инженерное строительное училище по специальности «Командная противопожарной службы», в 1988 адъюнктуру ВНИИПО МВД России и защитил кандидатскую диссертацию в МИПБ МВД России (сейчас АГПС).*

*С 1985 по 1990 — служба в Военно-Космических Силах: начальник отделения технических средств защиты стартового космического комплекса (космодром «Байконур»), начальник службы противопожарной защиты и аварийно-спасательных работ 5-го управления ВКС. С 1990 преподавательская деятельность в МВД-МЧС Беларуси. С 1998 по 2010 — начальник кафедры специальных дисциплин КИИ МЧС Беларуси. Автор более 200 научных, учебных и учебно-методических работ. Разработчик национальной стратегии прекращения использования хладонов в системах пожаротушения.*

При построении объединенной системы СПС-СОУЭ **следует определиться с пространственной конфигурацией логических зон:** управления эвакуацией, оповещения, эвакуации, контроля опасных факторов пожара (ОФП). При этом придется учитывать логические взаимосвязи между задачами, решаемыми в каждой из зон, исключив взаимонеприемлемые для технических средств разных логических зон варианты их пространственного расположения. **Самый простой вариант — совпадение пространственной зоны с разными логическими.** Тогда СПС контролирует ОФП в пределах выделенного (ых) помещения (ий), при появлении ОФП задействует прибор пожарный управления (ППУ) и в помещении (я) подается сигнал о пожаре, управление проводится по заданному алгоритму с учетом принятого сценария. Если имеется большое открытое пространство (стадион, зал и т.п.), то оповещение, в силу особенностей современной аппаратуры акустического опове-

щения, будет проводится одновременно для всех людей в данной зоне (зоне оповещения), а эвакуация в различных направлениях, т.е. зона оповещения и зоны эвакуации пространственно различаются.

**Логика зонирования следует из необходимости реализации планов эвакуации.** План эвакуации является документом, который невозможно грамотно составить вне логики управления процессом эвакуации. Получается, что план эвакуации является составной частью документации системы СПС-СОУЭ. Определив понятия и логические связи можно достичь понимания, что **СПС СОУЭ предназначена для обеспечения своевременной эвакуации путем реализации планов эвакуации.** Для обеспечения быстрой ориентации людей на плане целесообразно указать точку его размещения, точку нахождения человека, который на него смотрит. Это позволит выбрать верное направление движения в дыму, человеку в условиях дезориентации своего местоположения.

## Соотношение пространственного масштаба зон.

Разграничим понятия зон: **зона контроля ОФП — шлейф сигнализации** с неадресными извещателями **или адресные извещатели**, имеющие отдельную индикацию на приемно-контрольном оборудовании; **зона оповещения — пространство для подачи сигналов оповещения**, отличающихся по виду или (и) по времени; **зона управления эвакуацией — пространство, в которое выдаются сигналы управления эвакуацией**, отличающиеся по виду или (и) по времени. Пространство зоны оповещения может быть разделено на несколько зон управления эвакуацией, для которых необходимы или (и) разные звуковые, речевые, световые сигналы оповещения, и (или) их время трансляции, и (или) применяемые для этого технические средства.

Основным **условием для выделения зон звукового и речевого оповещения является акустическая изоля-**

ция от других зон этого назначения. Основным условием для обеспечения безопасной эвакуации людей из зоны является соблюдение зависимости

$$t_p \leq t_n \quad (1)$$

где  $t_p$  — расчетное время эвакуации,  $t_n$  — необходимое время эвакуации.

Зонирование объекта начинается с расчетов необходимого и расчетного времени эвакуации из помещений. Возможность объединения нескольких помещений в одну зону управления эвакуацией определяется вышеприведенным соотношением.

**Зоны контроля опасных факторов пожара должны быть не более зон управления эвакуацией.** Несколько зон контроля опасных факторов пожара могут объединяться в одну зону эвакуации при соблюдении условия 1. Они являются зависимыми от результатов расчета безопасных условий (1) эвакуации. Зоны оповещения и управления эвакуацией могут соответствовать зонам контроля ОФП, а могут и объединяться.

### Принцип формирования задержек оповещения.

Отсутствуют ТНПА, взаимосвязанные с техническим регламентом Республики Беларусь ТР 2009/013/ВУ «Здания и сооружения, строительные материалы и изделия. Безопасность», по СОУЭ. Есть лишь некоторые требования по оповещению. Действующие ТНПА по эвакуации предписывают, с одной стороны, проводить оповещение людей о пожаре, как правило, всех одновременно [п. 5.9 ТКП 45-2.02-22-2006], с другой стороны, для ограничения концентрации людских потоков рекомендуется использовать принцип разделения на зоны оповещения и неодновременность оповещения о пожаре [п. 7.7 ТКП 45-2.02-22-2006]. Использование результатов расчета необходимого и расчетного времени эвакуации позволяет **прогнозируемо регулировать плотность людского потока на путях эвакуации и грамотно управлять процессом эвакуации, регулируя время задержки оповещения.** Задержка оповещения, сформированная таким образом, что часть людского потока из зоны управления эвакуацией попадает на общий путь эвакуации после его освобождения другими людьми, позволяет избежать слияния потоков, увеличения плотности и **обеспечить формирование непрерывного людского потока при его докритической плотности**, избегая задержек процесса эвакуации (при превышении критической плотности потока). Превышение критической плотности потока на горизонтальных участках, даже при наличии пространства для накопления людей, приведет к резкому снижению скорости эвакуации (примерно в 2 раза), а на наклонных участках (пандусы, лестничные клетки) чревато потерей равновесия людьми и их падению по эффекту «домино», повторением трагедии в переходе станции метро «Немига».

### Общий подход по формированию задержек оповещения.

При эвакуации людей из помещения целесообразно **определить критический участок, ограничивающий скорость эвакуации** (увеличивающий время эвакуации). Таким участком внутри помещения может являться путь эвакуации или эвакуационный выход. Натурные наблюдения за процессом эвакуации в помещениях с массовым пребыванием людей (театры, кинотеатры, актовые залы) показывают, что задержка эвакуации, увеличивающая продолжительность эвакуации из помещения происходит, как

**правило, при движении через дверные проемы.** Следовательно, для исключения задержки движения людского потока на выходе из помещения и уменьшения общего времени эвакуации, целесообразно ограничить скорость движения к эвакуационным выходам, обеспечив пропускную способность дверных проемов с интенсивностью ниже максимальной. Анализ конструктивного исполнения путей эвакуации, требований ТНПА и математическое моделирование процесса эвакуации из помещений с массовым пребыванием людей показывает, что **ситуация по эвакуации из помещений улучшается при уменьшении ширины эвакуационных путей на начальных участках пути движения в помещении.** Таким образом, нормативное значение 0,45 м [СНБ 2.02.02-2001\*] между рядами кресел, стульев, скамеек в зрительном зале обеспечивает быстрое движение между рядами и создает задержки движения на путях эвакуации, в том числе в дверных проемах. **С одной стороны, большое расстояние между рядами сокращает возможности использования объема помещения по назначению (количество мест), с другой стороны, ухудшает возможность экстренной эвакуации людей из помещения в целом.** На действующих объектах данное расстояние меньше, что положительно влияет и на использование помещения по назначению, и на условия эвакуации.

### Учет привычного образа действий.

Важным фактором, который следует учитывать, являются психологические особенности людей. **Человек, оставив вещи в гардеробе, будет стремиться их получить на выходе из здания.** Целесообразно проектировать маршрут движения эвакуирующихся с учетом пропускной способности гардероба и путей эвакуации в зоне его расположения. Кроме того, следует **учитывать сложившуюся привычку использовать определенные пути эвакуации.** Во время вынужденной экстренной эвакуации следует увеличивать численность обслуживающего персонала для исключения задержек потока людей. С учетом этих особенностей возможна задержка оповещения отдельных зон для обеспечения безопасной эвакуации людей из здания. Запасные пути эвакуации можно задействовать при невозможности использования основных или для обеспечения необходимого времени эвакуации. При этом следует **предусматривать дополнительные сигналы оповещения для обращения внимания людей на необходимость использования запасных путей эвакуации.**

### Использование времени задержки оповещения оперативным персоналом.

Оценка безопасности эвакуации людей путем анализа соответствия расчетного и необходимого времени эвакуации из помещений показывает, что возможность предварительного уведомления о необходимости эвакуации обслуживающего персонала объекта, а затем людей, находящихся в зоне оповещения, в одном из помещений которой произошел пожар, существует, как правило, в течение не более 1 мин. Ввиду этого, подтверждение достоверности факта пожара с использованием обслуживающего персонала возможно лишь для включения системы оповещения других (соседних с зоной пожара) зон. **Время для подтверждения достоверности факта пожара формируется за счет задержек оповещения с учетом особенностей распространения продуктов сгорания.** Наиболее неблагоприятная ситуация для эвакуации людей

Таблица 1. Структурная схема алгоритма формирования максимальных задержек оповещения зон эвакуации

		Зона управления							
Помещения	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	$t_{31} = t_{n1} - t_{p1}$	$t_{32} = t_{n1}$	$t_{33} = t_{32} + t_{n2}$	$t_{34} = t_{33} + t_{n3}$	$t_{35} = t_{34} + t_{n4}$	$t_{36} = t_{35} + t_{n5}$	$t_{37} = t_{36} + t_{n6}$	$t_{38} = t_{37} + t_{n7}$	
2	$t_{31} = t_{n2} + t_{n1} - t_{p1}$	$t_{32} = t_{n2} - t_{p2}$	$t_{33} = t_{n2}$	$t_{34} = t_{33} + t_{n3}$	$t_{35} = t_{34} + t_{n4}$	$t_{36} = t_{35} + t_{n5}$	$t_{37} = t_{36} + t_{n6}$	$t_{38} = t_{37} + t_{n7}$	
3	$t_{31} = \sum_1^3 t_n - t_{p1}$	$t_{32} = t_{n3} + t_{n2} - t_{p2}$	$t_{33} = t_{n3} - t_{p1}$	$t_{34} = t_{n4}$	$t_{35} = t_{34} + t_{n4}$	$t_{36} = t_{35} + t_{n5}$	$t_{37} = t_{36} + t_{n6}$	$t_{38} = t_{37} + t_{n7}$	
4	$t_{31} = \sum_1^4 t_n - t_{p1}$	$t_{32} = \sum_2^4 t_n - t_{p1}$	$t_{33} = t_{n4} + t_{n3} - t_{p3}$	$t_{34} = t_{n4} - t_{p4}$	$t_{35} = t_{n4}$	$t_{36} = t_{35} + t_{n5}$	$t_{37} = t_{36} + t_{n6}$	$t_{38} = t_{37} + t_{n7}$	
5	$t_{31} = \sum_1^5 t_n - t_{p1}$	$t_{32} = \sum_2^5 t_n - t_{p1}$	$t_{33} = \sum_3^5 t_n - t_{p1}$	$t_{34} = t_{n5} + t_{n4} - t_{p4}$	$t_{35} = t_{n5} - t_{p5}$	$t_{36} = t_{n6}$	$t_{37} = t_{36} + t_{n6}$	$t_{38} = t_{37} + t_{n7}$	

складывается при появлении опасных факторов пожара в коридоре, через который идет эвакуация из помещений. Для защиты коридоров зданий, оборудованных СОУЭ, следует применять СПС, разделяющие сигнал о пожаре на 2: предварительный «Внимание!» — при срабатывании 1 пожарного извещателя; окончательный «Пожар» — при срабатывании не менее 2 пожарных извещателей.

Максимальное время задержки запуска системы автоматического управления эвакуацией  $t_3$  для помещений, являющихся отдельными зонами, определяем как разницу между необходимым  $t_n$  и расчетным  $t_p$  временем эвакуации из данных помещений

$$t_3 = t_n - t_p \quad (2)$$

На практике для подтверждения достоверности обнаружения опасных факторов пожара целесообразно сочетать применение, как технических средств, так и персонала объекта с безусловным соблюдением приоритета вопросов безопасности. Наличие нескольких зон оповещения создает условия для регулирования времени оповещения каждой из зон в зависимости от места возникновения пожара и вызывает необходимость разработки сценариев эвакуации. При непринятии решения персоналом в течение времени, заданного алгоритмом оповещения, система управления эвакуацией включается автоматически. **Персонал за время задержки оповещения может или включить систему оповещения ранее, или отменить ее автоматический запуск при подтверждении ложного срабатывания СПС.**

**Формирование непрерывного людского потока.**

Если потоки из зоны пожара и соседней зоны, через которую идет эвакуация (коридора), не оказывают существенного влияния друг на друга (отсутствует слияние, нет постоянного пребывания людей в зоне), для присоединения людей из последующих зон оповещения к окончанию прошедшего людского потока максимальное

время задержки оповещения зоны, соседней с зоной пожара (коридора), можно принимать, как правило, равным необходимому времени эвакуации из зоны пожара. Проводим разбивку пути эвакуации на зоны от эвакуационного выхода до наиболее удаленной зоны. Как правило, для эвакуации предусматривается не менее двух эвакуационных выходов. Поэтому направление движения выбираем в зависимости от места возникновения пожара. **В таблицах 1 и 2 представляем структуру алгоритма расчета и формулы для определения задержек оповещения для всех зон в зависимости от места возникновения пожара.** По вертикали отмечаем время формирования сигнала оповещения в зоне, по горизонтали время оповещения зоны пожара и соседних зон. Таким образом, выделенные диагональные значения соответствуют зонам управления, в которых возник пожар. **Строка по горизонтали отражает время выдачи сигнала оповещения для каждой из зон.** Столбец по вертикали отражает время оповещения отдельной зоны при различных сценариях расположения очага пожара.

Для сохранения высокой скорости движения людского потока целесообразно предусматривать присоединение составных частей к общему людскому потоку в начале или конце людского потока. Учитывая, что пути эвакуации в направлении эвакуационного выхода из здания расширяются, существует возможность формирования непрерывного потока, как без слияния, так и со слиянием отдельных потоков при интенсивности ниже максимальной.

Структурные схемы алгоритмов в обобщенном виде отражают принцип определения времени задержек оповещения зон, соседних с зоной пожара и метод формирования непрерывного людского потока. При этом необходимо отметить, что **оповещение зоны возникновения горения производится сразу по факту срабатывания СПС или обнаружения горения людьми.** Формулы учитывают необходимость первоочередного прохождения

Таблица 2. Структурная схема алгоритма формирования минимальных задержек оповещения зон эвакуации

		Зона управления							
Помещения	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	$t_{31} = 0$	$t_{32} = \sum_1^2 t_p$	$t_{33} = \sum_1^3 t_p$	$t_{34} = \sum_1^4 t_p$	$t_{35} = \sum_1^5 t_p$	$t_{36} = \sum_1^6 t_p$	$t_{37} = \sum_1^7 t_p$	$t_{38} = \sum_1^8 t_p$	
2	$t_{31} = \sum_1^2 t_p$	$t_{32} = 0$	$t_{33} = \sum_2^3 t_p$	$t_{34} = \sum_2^4 t_p$	$t_{35} = \sum_2^5 t_p$	$t_{36} = \sum_2^6 t_p$	$t_{37} = \sum_2^7 t_p$	$t_{38} = \sum_2^8 t_p$	
3	$t_{31} = \sum_1^3 t_p$	$t_{32} = \sum_2^3 t_p$	$t_{33} = 0$	$t_{34} = \sum_3^4 t_p$	$t_{35} = \sum_3^5 t_p$	$t_{36} = \sum_3^6 t_p$	$t_{37} = \sum_3^7 t_p$	$t_{38} = \sum_3^8 t_p$	
4	$t_{31} = \sum_1^4 t_p$	$t_{32} = \sum_2^4 t_p$	$t_{33} = \sum_3^4 t_p$	$t_{34} = 0$	$t_{35} = \sum_4^5 t_p$	$t_{36} = \sum_4^6 t_p$	$t_{37} = \sum_4^7 t_p$	$t_{38} = \sum_4^8 t_p$	
5	$t_{31} = \sum_1^5 t_p$	$t_{32} = \sum_2^5 t_p$	$t_{33} = \sum_3^5 t_p$	$t_{34} = \sum_4^5 t_p$	$t_{35} = 0$	$t_{36} = \sum_5^6 t_p$	$t_{37} = \sum_5^7 t_p$	$t_{38} = \sum_5^8 t_p$	

потока из горящей зоны и последовательное формирование хвоста потока людьми, эвакуирующимися из зон, расположенных ближе к эвакуационному выходу.

### Сценарии оповещения и управления эвакуацией при ложной тревоге и пожаре.

Если рассмотреть возможность возникновения пожара в любой из зон, то минимальное количество возможных сценариев по времени оповещения об эвакуации  $N$  можно оценить по формуле

$$N = n^2 - n, \quad (4)$$

где  $n$  — количество зон оповещения.

Каждая из таблиц 1 и 2 содержит  $n^2$  значений задержек оповещения. Цифровые индексы в формулах соответствуют номерам рассматриваемых зон.

Очевидно, что **человек в состоянии принять адекватное решение о характере оповещения** для объекта, который имеет не более 3 зон оповещения, т.к. при этом необходимо иметь 6 сценариев (по времени) действий в зависимости от зоны возникновения пожара. Для 4 зон количество необходимых вариантов увеличивается до 12, что превышает человеческие возможности адекватного оперативного реагирования. **Ложное срабатывание СОУЭ может нарушить жизнедеятельность большого количества людей, находящихся в здании, что является чрезвычайной ситуацией.** Ложное оповещение всех людей в таком здании как Национальная библиотека (более 500) является республиканской чрезвычайной ситуацией по закону о защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

**Чем больший объем защищает СПС, тем более вероятно ложное срабатывание пожарных извещателей** (возрастает их количество) с последующей выдачей сигнала на СОУЭ. Для минимизации негативных последствий ложных тревог объект управления разбивается на зоны оповещения и определяется очередность и время включения СОУЭ зон в зависимости от места возникновения пожара. От места возникновения пожара будут зависеть и возможные сценарии вынужденной эвакуации людей, которые необходимо установить при расчете времени эвакуации людей для выбора начального участка и направления эвакуации. **Для исключения оповещения большого количества людей без подтверждения факта пожара человеком может использоваться сценарий формирования задержек оповещения, максимально допустимых по условию безопасной эвакуации** (1). Структурная схема алгоритма формирования таких задержек представлена в таблице 1. В таблице выделены зоны, из которых поступил сигнал «Пожар». Каждая строчка отражает расчетные формулы для определения максимального допустимого времени задержки сигнала оповещения. Таким образом, сформирован алгоритм оповещения для всех 8 последовательно расположенных зон в зависимости от места возникновения пожара. Результаты расчета используются при программировании зональных коммутаторов оповещения.

**При достоверном подтверждении пожара (необходимости эвакуации) алгоритм управления эвакуацией целесообразно изменить, применяя минимальные задержки оповещения.** Структурная схема алгоритма формирования хвоста непрерывного потока с минимальными задержками оповещения зон эвакуации представлена в виде таблицы 2. Ступенчатая структура алгоритма аналогична предыдущему.



## КОМТИД

Производство оборудования для охранной и пожарной сигнализации

ООО «Комтид»  
Минск, ул. Купревича, 1-3-241.  
Тел.: +375-17-211-83-24

E-mail: comtid@tut.by  
<http://www.comtid.com>  
<http://www.comtid.by>

УНП: 101166264



## ООО «ЛивТранс»

производство оборудования газового аожаротушения

ООО «ЛИВТРАНС» ИЗГОТAVЛИВАЕТ СЛЕДУЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ, ВХОДЯЩЕЕ В СОСТАВ ОГНЕТУШИТЕЛЬНОЙ СТАНЦИИ УСТАНОВКИ ГАЗОВОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ (УГП):

- Батарея газового пожаротушения БУ
- Батарея газового пожаротушения БН-01; БН-02
- Батарея газового пожаротушения Т-2МА
- Устройства распределительные РУ-25А; РУ-70А

ООО «ЛивТранс», Республика Беларусь,  
213826, Могилевская обл., г. Бобруйск, ул. Бахарова, 108;  
Тел.: (0225) 58-06-96; Тел./факс: (0225) 58-08-78;  
E-mail: abarona1@mail.ru; abarona1@rambler.ru

УНП: 700322235