

Лекция 1

Что такое безопасность?

Система – совокупность элементов, которые взаимодействуют между собой и внешней средой.

Сложная система — система, состоящая из множества взаимодействующих составляющих (подсистем), вследствие чего она приобретает новые свойства, которые отсутствуют на подсистемном уровне и не могут быть сведены к свойствам подсистемного уровня.

Безопасность – условия, в которых находится сложная система, когда действие внешних и внутренних факторов не приводит к процессам, которые считаются негативными по отношению к данной сложной системе в соответствии с имеющимися на данном этапе потребностям, знаниям и представлениям.

Контекст курса

Для чего предназначены системы: для обеспечения безопасности людей в здании или безопасности здания? В чем разница?

На мой взгляд, это зависит от объекта защиты – люди или материальные ценности.

Пример: система пожарной безопасности в серверной дата центра. Пожар тушат газом, который опасен для людей. Но это обеспечивает сохранность оборудования. Поэтому нахождение людей в машинном зале сильно ограничено.

С другой стороны система пожарной безопасности в общественном здании в первую очередь выполняет функцию защиты людей, поэтому и способ тушения отличается; в основном тушат водой.

В рамках курса будем работать в области спасения людей.

Так как эвакуация остается наиболее эффективным инструментом спасения людей при чрезвычайной ситуации в здании. Поэтому основной упор будет на системы управления эвакуацией или, если брать шире, на системы управления движением людей в здании.

Мировая статистика отводит России 10 место из 183 государств в мире по количеству погибших при пожарах на 100 тысяч человек населения (по данным на 2020 г. – <https://rosinfostat.ru/pozhary/>).

На рисунке 1 представлены результаты сопоставления количества погибших при пожарах на 100 тысяч человек населения в России, США и Германии. Из

рисунка следует, что меры, которые принимаются в России по повышению пожарной безопасности приносят реальные результаты, что выражается в существенном уменьшении количества жертв при пожарах. Но, тем не менее, потери при пожарах, которые несет население России, весьма существенны. Особенно в сравнении с потерями населения при пожарах в США и Германии.

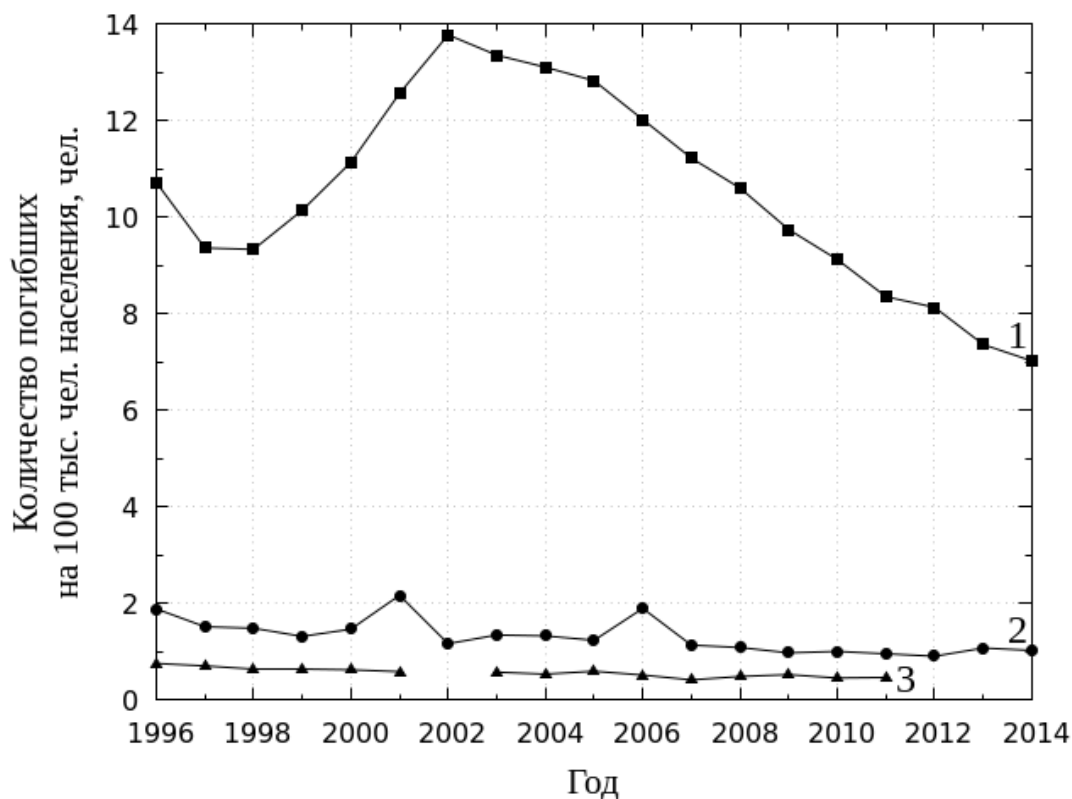


Рисунок 1 – Количество погибших при пожарах на 100 тысяч человек населения: 1 – в России; 2 – в США; 3 – в Германии

Согласно **ФЗ № 123** «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (с изменениями от 14 июля 2022 года):

Эвакуация – процесс организованного самостоятельного движения людей непосредственно наружу или в безопасную зону по путям эвакуации через эвакуационные выходы.

Это определение тянет еще несколько за собой:

Эвакуационный выход – выход, ведущий на путь эвакуации, непосредственно наружу или в безопасную зону.

Эвакуационный путь (путь эвакуации) – путь движения и (или) перемещения людей, ведущий непосредственно наружу или в безопасную зону, удовлетворяющий требованиям безопасной эвакуации людей при пожаре.

Безопасная зона – зона, в которой люди защищены от воздействия опасных факторов пожара или в которой опасные факторы пожара отсутствуют.

Опасные факторы пожара – факторы пожара, воздействие которых может привести к травме, отравлению или гибели человека и (или) к материальному ущербу.

«Именно необходимость обеспечения безопасности людей при эвакуации из театральных зданий в начальной стадии пожара и определила первоначальное направление научных исследований людских потоков, которые были начаты в 30-х годах прошлого столетия архитектурными институтами, как в России [4, 5], так и за рубежом [6]. Так, например, «за 33-летний период с 1897 по 1930 годы из общего числа жертв при пожарах в театрах 49,8% погибло не от огня, а в связи с эвакуацией» [3].» [с. 14, **Гносеология людских потоков: монография** / В.В. Холщевников. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2019. – 592 с.]

При чрезвычайной ситуации (как внутри, так и вне здания) появляется задача за кратчайшее время и по безопасным путям эвакуировать людей (как минимум эвакуировать, но можно и вести в конкретные помещения здания). Для этого сегодня здания оборудуются системой пожарной автоматики и устанавливаются правила их эксплуатации.

Нормы и правила проектирования и последующего содержания систем пожарной сигнализации и автоматизации противопожарной защиты для зданий, сооружений, оборудования, наружных установок различного назначения регламентируются **СП 484.1311500.2020** «Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования».

Система пожарной автоматики – совокупность взаимодействующих систем пожарной сигнализации, передачи извещений о пожаре, оповещения и управления эвакуацией людей, противодымной вентиляции, установок автоматического пожаротушения и иного оборудования автоматической противопожарной защиты, предназначенных для обеспечения пожарной безопасности объекта.

Из этого определения можно выделить две главные задачи системы пожарной автоматики:

- 1) обнаружить и локализовать опасность (система пожарной сигнализации и передачи извещений о пожаре);
- 2) предпринять действия по минимизации ущерба (система оповещения и управления эвакуацией людей, противодымной вентиляции, установок автоматического пожаротушения и др.).

Система пожарной сигнализации – совокупность взаимодействующих технических средств, предназначенных для обнаружения пожара, формирования, сбора, обработки, регистрации и выдачи в заданном виде

сигналов о пожаре, режимах работы системы, другой информации и выдачи (при необходимости) инициирующих сигналов на управление техническими средствами противопожарной защиты, технологическим, электротехническим и другим оборудованием.

Согласно п. 6.1.1 СП 484.1311500.2020 СПС должна проектироваться с целью выполнения следующих основных задач:

- своевременное обнаружение пожара;
- достоверное обнаружение пожара;
- сбор, обработка и представление информации дежурному персоналу;
- взаимодействие с другими (при их наличии) системами противопожарной защиты (формирование необходимых инициирующих сигналов управления), АСУ ТП, ПАЗ и инженерными системами объекта.

И вот тут у меня дополнение: в этом своде правил не нашел четкого определения локализации пожара, возможно это закладывается в другой пункт. Но есть понятие **адресная** СПС, в которой предполагается локализацию опасности. Адресность системы обеспечивается адресными извещателями.

Особое значение в системах пожарной сигнализации имеет тип извещателя: пороговый или аналоговый. Первый срабатывает только по факту достижения определенного значения опасного фактора пожара (сигнал «да/нет») и относится к *пороговому мониторингу*, а второй может сообщить значение в момент опроса, что необходимо для определения изменения опасного фактора пожара во времени – *измерительный мониторинг*.

=====

Доклады:

№	Тема	ФИО
1)	Типы систем пожарной сигнализации. Их различия и области применения.	Бодулин А.
2)	Линии связи в системах пожарной сигнализации. Протоколы ДПЛС.	Шакиров А.
3)	Типы пожарных извещателей. Параметры пороговых и аналоговых.	Кривова А.
4)	История систем пожарной сигнализации. Хронология развития.	Рябовалов С.

Требования пожарной безопасности к [техническим] системам оповещения и управления эвакуацией людей при пожарах в зданиях, сооружениях и строениях закреплены в **СП 3.13130.2009** «Свод правил. Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре.

Требования пожарной безопасности» (утв. Приказом МЧС РФ от 25.03.2009 № 173).

Согласно этому своду правил:

Система оповещения и управления эвакуацией людей (СОУЭ) – комплекс организационных мероприятий и технических средств, предназначенный для своевременного сообщения людям информации о возникновении пожара, необходимости эвакуироваться, путях и очередности эвакуации.

(Поискать информацию об истории СОУЭ. Возможно, поиск следует начинать с истории пожарной сигнализации)

На текущий момент для «управления» эвакуацией людей из здания существует 5 типов систем:

Характеристика СОУЭ	Наличие указанных характеристик у различных типов СОУЭ				
	1	2	3	4	5
1. Способы оповещения:					
звуковой (сирена, тонированный сигнал и др.);	+	+	*	*	*
речевой (передача специальных текстов);	-	-	+	+	+
световой:					
а) световые мигающие оповещатели;	*	*	*	*	*
б) световые оповещатели «Выход»;	*	+	+	+	+
в) эвакуационные знаки пожарной безопасности, указывающие направление движения;	-	*	*	+	*
г) световые оповещатели, указывающие направление движения людей, с изменяющимся смысловым значением	-	-	-	*	+
2. Разделение здания на зоны пожарного оповещения	-	-	*	+	+
3. Обратная связь зон пожарного оповещения с помещением пожарного поста-диспетчерской	-	-	*	+	+
4. Возможность реализации нескольких вариантов эвакуации из каждой зоны пожарного оповещения	-	-	-	*	+
5. Координированное управление из одного пожарного поста-диспетчерской всеми системами здания, связанными с обеспечением безопасности людей при пожаре	-	-	-	-	+

Примечания:

«+» - требуется; «*» - допускается; «-» - не требуется.

Главный недостаток существующих систем управления: «после команды на начало эвакуации управление процессами эвакуации прекращается».

В стране не так много компаний, которые занимаются производством оборудования для создания этих систем. Наиболее крупные игроки этого рынка:

- Bolid
- Аргус Спектр (см. внимательнее <https://argus-spectr.ru/pereproektirovanie>)
- Рубеж

Кроме оборудования, компании предоставляют и программное обеспечение для рабочих мест, с которых осуществляется управление СОУЭ. С помощью этого ПО можно наблюдать состояние системы в режиме реального времени и управлять некоторыми подсистемами.

Кроме технических стороны обеспечения безопасности, есть нормативная. Можно отметить три аспекта:

- i. декларация пожарной безопасности;
- ii. план эвакуации;
- iii. практическая отработка эвакуации.

(i) Декларация пожарной безопасности – форма оценки соответствия, содержащая информацию о мерах пожарной безопасности, направленных на обеспечение на объекте защиты нормативного значения пожарного риска (ФЗ № 123).

Можно сказать, что декларация это официальное заявление собственника объекта о его действиях по обеспечению пожарной безопасности, в том числе по выполнению требований ПБ своего объекта, для обеспечения допустимого риска исходя из социально-экономических условий, который может привести к гибели человека в результате пожара.

Согласно **приказу МЧС России от 16 марта 2020 г. № 171** «Об утверждении Административного регламента Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий по предоставлению государственной услуги по регистрации декларации пожарной безопасности и формы декларации пожарной безопасности» основными разделами декларации являются:

- 1) характеристика объекта защиты;
- 2) оценка пожарного риска, проведенная на объекте защиты (**постановление Правительства РФ от 22 июля 2020 г. № 1084** «О порядке проведения расчетов по оценке пожарного риска») – в разделе указываются расчетные

- значения пожарного риска, а также комплекс выполняемых дополнительных инженерно-технических и организационных мероприятий для обеспечения допустимого значения уровня пожарного риска, в том числе перечень и тип систем противопожарной защиты;
- 3) оценка возможного ущерба имуществу третьих лиц от пожара;
 - 4) сведения о выполнении мероприятий по обеспечению пожарной безопасности, выполнение которых должно обеспечиваться на объекте защиты.

Наиболее интересным и полезным является 2 раздел, для него необходимо проведение расчетов.

Есть особенность у декларации, она не нацелена на повышение пожарной безопасности людей в здании. Она предназначена для обеспечения требуемого законодательством минимума.

Сложилась ситуация, что собственника здания ни чего не стимулирует повышать безопасность. Безопасность стоит дорого, а денег собственнику не приносит.

Но есть просвет и, возможно, мы к нему идем, – добровольное страхование:

- гражданская ответственность работодателя за вред, причиненный работникам при исполнении ими своих трудовых функций (например: <https://www.alfastrah.ru/corporate/otvetstvennost/grazhdanskaya-otvetstvennost-rabotodatelya/>)
- страхование общегражданской ответственности за причинение вреда жизни, здоровью и/или имуществу третьих лиц (например: <https://www.alfastrah.ru/corporate/otvetstvennost/obshchegrazhdanskaya-otvetstvennost/>)

Полагаю, что в случае страхования, собственник здания будет заинтересован обеспечить безопасность на должном уровне, чтобы обеспечить снижение ставки.

И декларация пожарной безопасности это попытка **снизить неопределенность** в вопросе гибели людей в случае пожара в здании.

(ii) Согласно ГОСТ 34428-2018 «Системы эвакуационные фотолюминесцентные. Общие технические условия» (с изменениями от 01 мая 2022 г.):

План эвакуации – заранее разработанный план (схема), размещаемый на видном месте в здании или сооружении, в котором указана вся необходимая информация для передвижения людей в безопасную зону (пути эвакуации, эвакуационные и аварийные выходы, зоны безопасности, места сбора и т. п.), содержатся данные о местонахождении средств спасения, пожарного и

медицинского оборудования, кнопок включения пожарной сигнализации, установлен порядок и последовательность первичных действий при обнаружении пожара.

Обратите внимание – «заранее разработанный», это значит, он **статический**.

Кроме этого, план эвакуации указывает маршруты движения до выходов только с **одного этажа**, таким образом один план не в полной мере выполняет функцию доведения информации для передвижения людей в безопасную зону. Получается, человек, находящийся в здании должен знать план на каждом этаже.

Несмотря на недостатки, с планом эвакуации следует знакомиться, чтобы знать расположение эвакуационных выходов. Зачем? Чтобы постараться не идти в центральный выход – туда пойдут все. По статистике большая часть эвакуирующихся пойдет к центральному выходу, что создаст там высокую плотность людского потока, а это может оказаться смертельным.

Даже во введении к ГОСТ 34428-2018 написано: «Согласно мировой статистике, большой процент смертности людей происходит не в момент наступления катастрофы, а в момент эвакуации».

Кстати, существуют более наглядные планы эвакуации – трехмерные, но в зданиях их не наблюдал.

(iii) Практическая отработка эвакуации – форма контроля подготовленности персонала образовательного учреждения к эвакуации в случае ЧС.

Основная **цель тренировок**: выработать у персонала навыки применения средств пожаротушения, умения быстро и грамотно организовать эвакуацию и работу по тушению возгорания на начальной стадии.

Необходимость проведения практической отработки эвакуации обозначена в **постановлении Правительства РФ от 16 сентября 2020 г. N 1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации»** (с изменениями Постановления Правительства России от 24 октября 2022 г. № 1885). В частности: На объекте защиты с массовым пребыванием людей руководитель организации обеспечивает проведение **не реже 1 раза в полугодие** практических тренировок по эвакуации лиц, осуществляющих свою деятельность на объекте защиты с массовым пребыванием людей, а также посетителей, покупателей, других лиц, находящихся в здании, сооружении.

Например, в университете, эвакуацию нельзя назвать учебной с точки зрения эвакуирующихся – все спокойно выходят через центральный выход, создавая медленную движущуюся толпу; из года в год. Но как провести полноценное

обучение, т. е. чтоб люди знали об эвакуационных выходах и использовали их, я не знаю.

Зато это хорошая отработка действий для служб, у них все серьезно.

Можно заметить, что существует несколько аспектов, связанных с обеспечением безопасности людей в здании. Но это не предел возможностей систем.

Системы пожарной сигнализации активно развиваются и за последние 10 лет они прошли путь от проводных пороговых неадресных до беспроводных аналоговых адресных.

С системами управления эвакуацией такого бурного изменения не произошло... Тем не менее работа по развитию этих систем ведется во всем мире. Я выделяю два направления этих работ: **техническое и алгоритмическое**.

В технической части происходит, в основном, совершенствование технических способов оповещения: звуковые, световые и вибрационные, которые предназначены для обозначения начала эвакуации и направления движения.

Тем временем алгоритмическое направление развивается в отрыве от самих систем, т. е. они не внедряются. Но суть этого направления развития – предоставить механизм управления движением людских потоков в здании в режиме реального времени.

Необходимость управления встречается в ряде важных практических задач. Это задачи управления движением людских потоков в здании в условиях возникновения и развития чрезвычайных ситуаций, в том числе, при пожарах, при проявлении террористической активности, при возникновении и развитии химической опасности и т. д.

Эвакуация является лишь частным случаем движения людских потоков по направлению к выходу из здания.

Именно динамическое формирование позволит повысить безопасность людей при движении в здании. Сложность заключается в том, что для формирования путей движения необходимы результаты мониторинга состояния окружающей среды внутри помещений. Причем, чем быстрее меняются параметры окружающей среды при пожаре, тем выше должна быть частота их регистрации. Необходимы и данные по образованию скоплений людей на путях движения, состоянию выходов и т. д.

Также существуют принципиальные сложности по исследованию движения людских потоков в динамической среде, например, в горящем здании. Обычно используются экспериментальные данные по движению людских потоков, которые были получены в здании при отсутствии пожара. Для прогнозирования результатов управляемого движения людских потоков в горящем здании требуется перенос экспериментальных закономерностей по движению людских потоков, которые были получены в экспериментах без пожара, на условия, возникающие при пожаре с учетом множества сопутствующих пожару воздействий.

Решение этой проблемы состоит в построении системы управления движением людских потоков, которая учитывает внешние воздействия (потоки людей, объемно-планировочные решения, изменения среды и др.) в режиме реального времени.

Для управления движением людских потоков необходимо разобраться с объектом управления – людским потоком.

Людской поток характеризуется следующими параметрами:

- **плотность** (м²/чел) – зависит от количества и эмоционального состояния людей (*см. новости о давке в Сеуле*)
- **скорость** (м/мин) – зависит от плотности, вида пути и группы мобильности людей в потоке.

По результатам 69 серий натурных наблюдений и экспериментов, насчитывающих 24478 замеров скорости людского потока профессором В.В. Холщевниковым установлена и зафиксирована в виде международного открытия связь между скоростью движения людей в потоке и его плотностью:

$$V_{D_j} = V_{0_j} \left(1 - a_j \ln \frac{D_i}{D_{0_j}} \right)$$

Значения коэффициентов a_j и D_{0_j} в зависимости от вида пути:

Вид пути	a_j	D_{0_j} , чел./м2	V_{0_j} , м/мин
Горизонтальный путь в зданиях	0.295	0.51	100
Проем	0.295	0.65	100
Лестница вниз	0.400	0.89	100
Лестница вверх	0.305	0.67	60

На скорость движения потока влияет эмоциональное состояние людей в потоке, которое (для удобства исследования) разделено на 4 категории движения: комфортное, спокойное, активное, повышенной активности. Для каждой категории определены диапазоны скорости свободного движения по различным видам пути. Повышенная психологическая напряженность ситуации при

возникновении и развитии чрезвычайной ситуации предопределяет выбор категории «повышенная активность».

Для повышенной активности (случай ЧС) «... достаточную точность дает аппроксимация, построенная на детерминированной зависимости скорости движения при значении 100 м/мин, при движении по горизонтальным путям, через проемы и по лестнице вниз и 60 м/мин при движении по лестнице вверх» [Холщевников, В. В. Эвакуация и поведение людей при пожарах : учебное пособие / В. В. Холщевников, Д. А. Самошин и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2009. – 212 с.].