

А.Н. Денисов, Нгуен Минь Хыонг, Д.Ю. Пигусов (Россия, Вьетнам)
**УПРАВЛЕНИЕ ПОЖАРНЫМИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯМИ
ПРИ ТУШЕНИИ ПОЖАРОВ В БЫСТРОВЗВОДИМЫХ
СКЛАДСКИХ ЗДАНИЯХ 4-5 СТЕПЕНИ ОГНЕСТОЙКОСТИ**

Обоснована актуальность изучения особенностей управления тушением пожаров в быстровозводимых складских зданиях из лёгких металлоконструкций 4-5 степени огнестойкости.

Ключевые слова: управление, пожаротушение, пожар, ресурсы, пожарные подразделения, тактический потенциал, ущерб, склад, огнестойкость.

A.N. Denisov, Nguyen Minh Khuong, D.Yu. Pigusov (Russia, Vietnam)
**MANAGEMENT OF FIRE DEPARTMENTS
IN EXTINGUISHING FIRES IN PREFABRICATED
STORAGE BUILDINGS 4-5 DEGREE OF FIRE RESISTANCE**

The urgency of studying of features of the management of extinguishing fires in prefabricated storage buildings from easy hardware 4-5 degree of fire resistance was substantiated.

Key words: management, firefighting, fire, resources, fire departments, tactical potential, damage, store, fire resistance.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 9 июня 2015 г.

С середины 70-х годов 20 века в России начался рост строительства с использованием *лёгких металлоконструкций (ЛМК)*. Данному росту во многом способствовала подготовка к проведению олимпиады 1980 г. в Москве, для которой были сооружены крупнейшие крытые стадионы с вантовыми, мембранными и структурными покрытиями, в том числе наиболее грандиозный универсальный стадион "Олимпийский".

В наше время здания, построенные из ЛМК, широко применяются практически во всех областях строительства и в любых климатических условиях. Использование ЛМК открывает возможность реализации более сложных архитектурных проектов. Неоспоримым преимуществом использования ЛМК, по сравнению с традиционными строительными материалами, является также и то, что срок возведения зданий из них примерно в 2 раза меньше, вследствие чего сокращаются и финансовые затраты. Данные преимущества позволяют использовать ЛМК для строительства зданий в различных сферах экономики, включая такие её основополагающие составляющие, как производственно-торговый цикл.

Производственно-торговый цикл, являясь важной составной частью экономики, представляет особый интерес для государства и общества в целом, вследствие чего важными являются также вопросы, связанные с безопасностью его функционирования. Поэтому при строительстве зданий производственно-торгового цикла также необходимо учитывать отрицательные стороны исполь-

зуемых при их возведении строительных материалов, что в значительной степени влияет на безопасность их эксплуатации. При этом стоит отметить, что ЛМК обладает рядом недостатков, к которым можно отнести их *подверженность коррозии* и *низкие пределы огнестойкости*.

Статистика пожаров на объектах, относящихся к производственно-торговому циклу, показывает, что значительная их часть происходит в зданиях 4-5 степени огнестойкости (СО), построенных с использованием металлоконструкций. Так, в период 2010 г. по 2012 гг. (рис. 1) в данных зданиях произошло довольно большое число пожаров, что в процентном отношении к общему их количеству по объектам составило: в производственных зданиях – 41,5 %; в складских зданиях – 38,9 %; в зданиях торговли – 43,7 %. При этом наибольшая абсолютная величина прямого материального ущерба от пожаров за рассматриваемый период в зданиях 4-5 СО принадлежит складским зданиям (6 млрд руб., что составляет 64,3 % от общего ущерба для данных зданий).

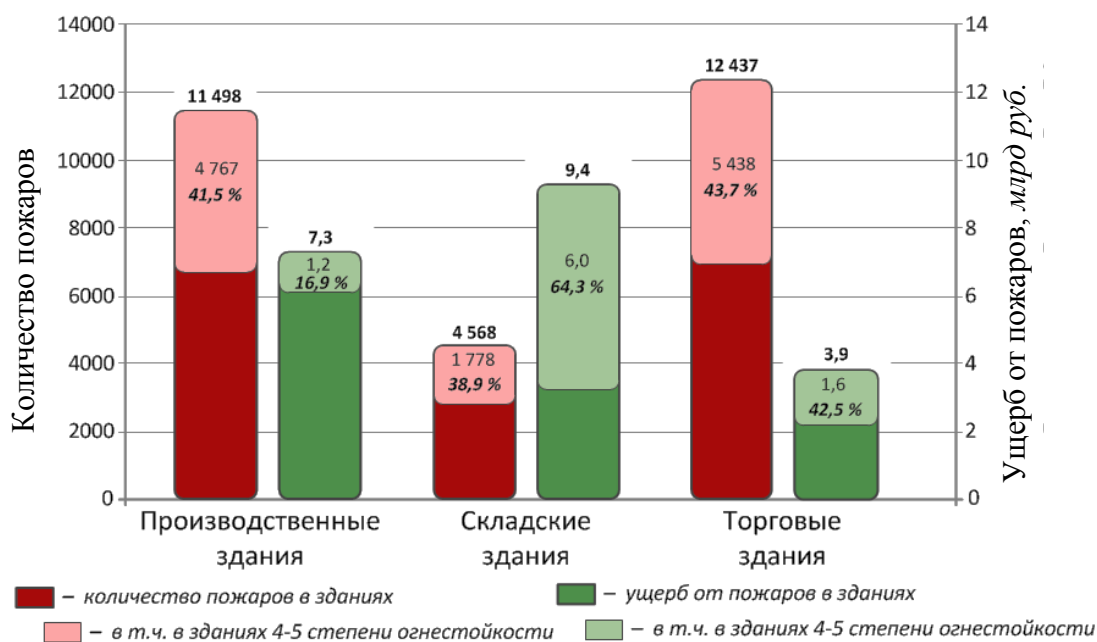


Рис. 1. Распределение количества пожаров и ущерба от них по объектам производственно-торгового цикла в период с 2010 г. по 2012 г.

Таким образом, согласно статистике наибольшая пожарная опасность среди зданий 4-5 СО производственно-торгового цикла присуща складским зданиям, что также подтверждается данными, приведёнными в табл. 1. Так, в складских зданиях 4-5 СО показатель среднего ущерба, приходящийся на один пожар, а также на 1 м² сгоревшей площади, значительно превосходит аналогичные величины, характерные для производственных и торговых зданий.

**Средние показатели пожарной опасности зданий 4-5 СО
производственно-торгового цикла в период с 2010 г. по 2012 г.**

Объект пожара	Прямой средний материальный ущерб, руб.		Средняя площадь пожара, м ²
	от 1 пожара	с 1 м ² сгоревшей площади	
Производственное здание	259 228	2 328	113,3
Складское здание	3 387 194	10 497	322,7
Торговое здание	302 253	6 776	44,6

Высокие показатели пожарной опасности складских зданий 4-5 СО можно объяснить рядом причин, которые способствуют развитию в них пожаров до крупных размеров и осложняют действия пожарных подразделений по их тушению. К таковым можно отнести следующие:

- большие площади зданий (до 10 000 м² и более [1]) при больших площадях пожарных отсеков (до 7 800 м² [2]), что способствует развитию пожаров по горизонтали;

- частое использование для хранения металлических стеллажей высотой до 15 м и выше [1], что способствует развитию пожаров по вертикали;

- высокая плотность складирования (до 10 000 кг/м² [1]), что способствует интенсивному горению и большим материальным ущербам;

- широкий спектр хранимых горючих веществ и материалов;

- низкие пределы огнестойкости ЛМК;

- отсутствие или ненадлежащее функционирование систем противопожарной защиты (табл. 2), что способствует беспрепятственному развитию пожара продолжительное время (в 18,33 % случаев за период с 2010 г. по 2012 г. причиной развития пожара до крупных размеров явилось позднее обнаружение пожара);

- неудовлетворительное водоснабжение для целей пожаротушения (в 67 % случаев пожарными подразделениями осуществлялась подача огнетушащих веществ к месту пожара посредством их подвоза или перекачки).

Таблица 2

**Количественные результаты работы пожарной автоматики при пожарах
в складских зданиях 4-5 СО в период с 2010 г. по 2012 г.**

Вид установки пожарной автоматики	Результат работы пожарной автоматики			
	Не включена	Не сработала (не исправна)	Сработала, задачу не выполнила	Сработала, задачу выполнила
Охранно-пожарная и пожарная сигнализация	1	9	0	41
Порошковые установки пожаротушения	0	0	2	0
Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре	0	0	0	2

Таким образом, тушение пожаров в быстровозводимых складских зданиях из ЛМК является актуальным вопросом, требующем научного подхода для его решения. Для этого пожары в данных зданиях были разбиты на две группы:

- Сложные пожары (пожары, при тушении которых для управления силами и средствами подразделений пожарной охраны создавался нештатный орган управления – штаб пожаротушения).

- Типовые пожары (пожары, при тушении которых создание штаба не требовалось).

Так, согласно статистическим данным за 2010-2012 гг., в складских зданиях 4-5 СО произошло 1778 пожаров, из которых лишь 138 были потушены с созданием штаба пожаротушения, что составляет 7,8 % от общего числа данных пожаров (табл. 1). При этом, если мы сравним другие показатели, характеризующие развитие данных пожаров и последствия от них с созданием штаба пожаротушения и без него, то окажется, что показатели пожаров первой группы, по меньшей мере, являются довольно значительными, а в большинстве случаев превосходят величины, характеризующие показатели второй группы пожаров (табл. 3).

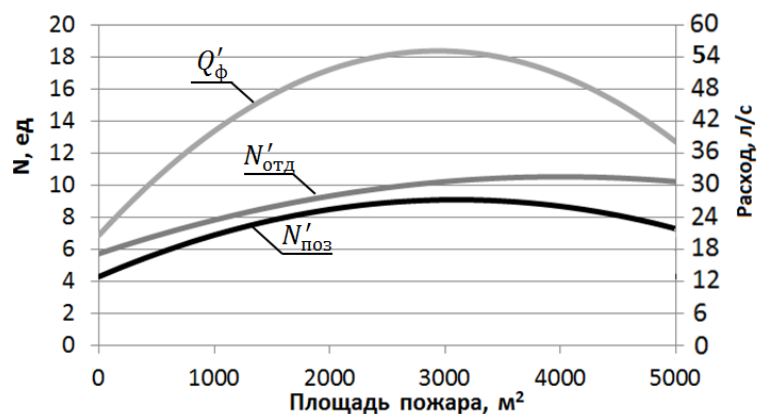
Таблица 3

Показатели пожаров в складских зданиях 4-5 СО при их тушении с созданием штаба пожаротушения и без него в период с 2010 г. по 2012 г.

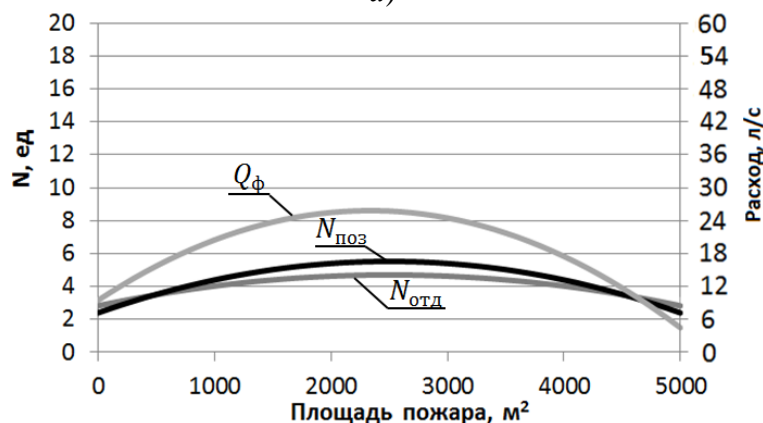
Показатели, характеризующие развитие и тушение пожаров	Статистические данные по условиям, при которых производилось тушение пожаров	
	Организация пожаротушения	
	со штабом	без штаба
Число пожаров	138	1640
Доля от общего числа пожаров, %	7,76	92,24
Общий ущерб, руб.	5 122 000 000	900 000 000
Доля от общего ущерба, %	85,05	14,95
Суммарная площадь от всех пожаров, м ²	188 447	385 261
Доля от суммарной площади всех пожаров, %	32,85	67,15
Средняя площадь пожара, м ²	1365,6	234,9
Средний ущерб от одного пожара, руб.	37 117 000	549 000
Средний ущерб с единицы площади пожара, руб./м ²	27 181	2 337

Таким образом, необходимость деления пожаров в складских зданиях из ЛМК на группы необходима для выявления пожаров, наиболее сложных в оперативно-тактическом плане:

- требующих для их тушения большего ресурсного обеспечения (рис. 2);
- требующих для их тушения больших трудовых и временных затрат (рис. 3);
- наносящих большой материальный ущерб (рис. 4).



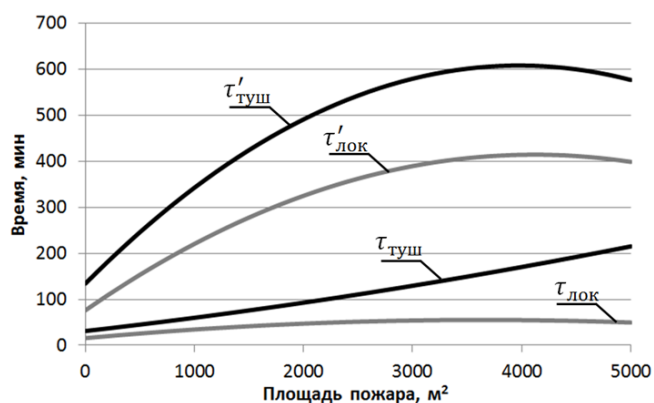
а)



б)

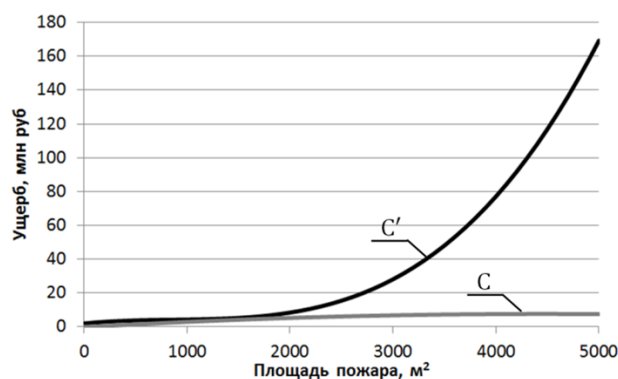
Q'_ϕ, Q_ϕ – фактический расход подачи огнетушащих веществ при сложных и типовых пожарах соответственно;
 $N'_{отд}, N_{отд}$ – количество пожарных отделений, привлекавшихся для тушения сложных и типовых пожаров соответственно;
 $N'_{поз}, N_{поз}$ – количество позиций, сформированных пожарными подразделениями при тушении сложных и типовых пожаров соответственно.

Рис. 2. Ресурсное обеспечение тушения пожаров в складских зданиях 4-5 СО в зависимости от их площади:
 а) при сложных пожарах; б) при стандартных пожарах



$\tau'_{туш}, \tau_{туш}$ – время тушения сложных и типовых пожаров соответственно;
 $\tau'_{лок}, \tau_{лок}$ – время локализации сложных и типовых пожаров соответственно

Рис. 3. Временные параметры тушения пожаров в складских зданиях 4-5 СО, в зависимости от их площади, для сложных и типовых пожаров



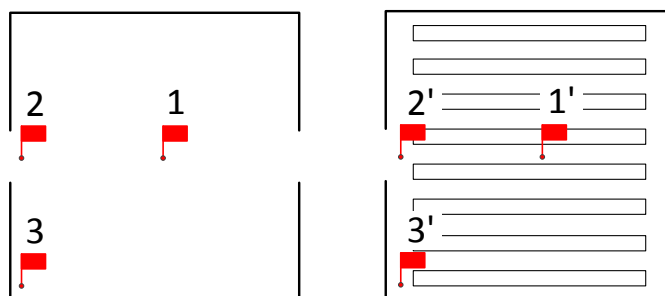
C' , C – прямой материальный ущерб от сложных и типовых пожаров соответственно

Рис. 4. Изменения значений прямого материального ущерба от пожаров в складских зданиях 4-5 СО, в зависимости от их площади, для сложных и типовых пожаров

Для анализа потребности в ресурсном обеспечении тушения пожаров в складских зданиях из ЛМК были проведены расчёты требуемого количества сил и средств подразделений пожарной охраны. В качестве исходных данных были взяты две категории складских зданий по типу складирования материалов:

- с напольным хранением;
- со стеллажным хранением.

Форма данных зданий в плане была принята в виде квадрата размерами 88×88 м и площадью 7800 м² (наибольшая площадь пожарного отсека для складского здания в соответствии с [2]), после чего были рассмотрены различные сценарии развития пожара (рис. 5).



- 1, 1' – развитие пожара по круговой форме в здании с напольным и стеллажным хранением соответственно;
- 2, 2' – развитие пожара по полукруговой форме в здании с напольным и стеллажным хранением соответственно;
- 3, 3' – развитие пожара по четвертькруговой форме в здании с напольным и стеллажным хранением соответственно.

Рис. 5. Сценарии развития пожаров в складских зданиях 4-5 СО с напольным и стеллажным хранением

По результатам проведённых расчётов были получены данные, представленные в виде графиков на рис. 6 и 7. Из данных графиков видно, что фактические показатели количества позиций и расхода подачи огнетушащих веществ на тушение удовлетворяют условиям достижения локализации для пожаров, характеризуемых площадью 500 м^2 и менее. На основании проведённого анализа граничных условий представляется возможным выделить три основных варианта локализации пожара:

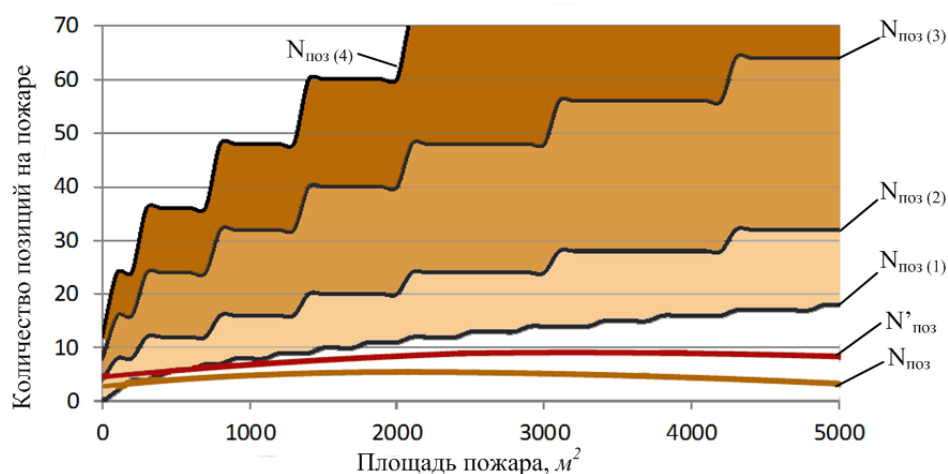
- в момент ввода сил и средств первого пожарного подразделения;
- в процессе наращивания сил и средств на месте пожара;
- посредством сдерживания пожара в рамках объёмов помещений здания, либо самого здания в целом.

Из перечисленных вариантов локализации пожара наиболее эффективным является 1-й в связи с тем, что именно он обеспечивает значительное сокращение ущерба от пожара при минимальных трудозатратах и минимальном ресурсном обеспечении. Целесообразность данного положения подтверждается также и требованием приказа МЧС России [3] о необходимости локализации и ликвидации пожара в кратчайшие сроки.

На основании аналитического и экспериментального обоснования, можно сделать вывод о том, что локализация пожара в складском здании первыми прибывшими подразделениями (при условии подачи на тушение 2 пожарных ручных водяных стволов типа РС-70 с диаметром насадка 19 мм) представляется возможной на площади порядка $70-100 \text{ м}^2$, которые пожар при отсутствии преград достигает примерно через 10-16 мин от начала его развития. Согласно статистическим данным, пожары в складских зданиях 4-5 СО на начальной стадии локализуются в 60,63 % от общего их числа, при этом оставшаяся часть пожаров не поддаётся локализации первым прибывшим подразделением, основной причиной чего является продолжительное время свободного развития пожара (60,34 % случаев).

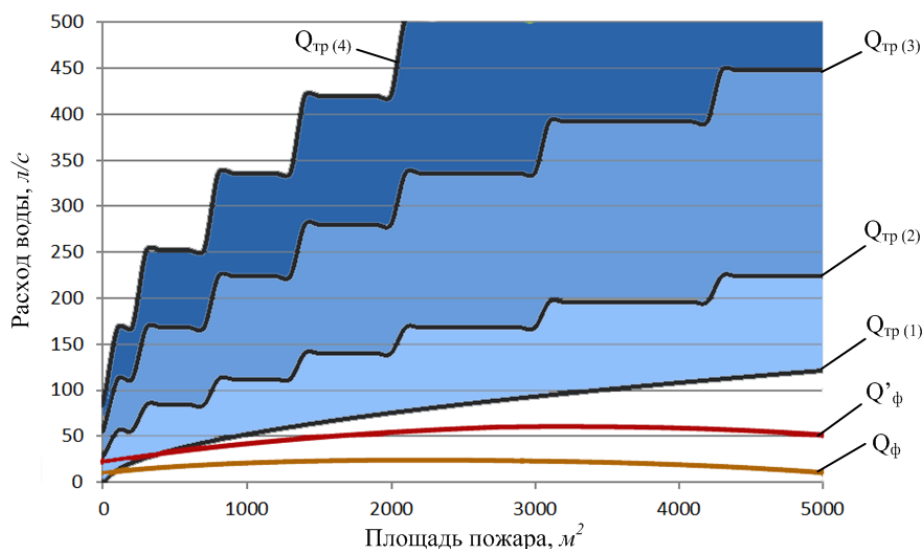
Таким образом, невзирая на всю предпочтительность первого сценария, по причине позднего введения первых пожарных стволов, достижение локализации приобретает отложенный характер и становится возможным лишь по второму и третьему вариантам.

Анализ рис. 6 и 7 свидетельствует, что с увеличением площади горения на месте пожара происходит наращивание сил и средств пожарных подразделений в контексте второго варианта локализации пожара. Учитывая тот факт, что ресурсы гарнизонов пожарной охраны не безграничны, на определённых этапах тушения пожара динамика привлечения сил и средств прекращается, достигнув своих пиковых значений. Так, для наиболее сложных пожаров, на которых происходит сосредоточение максимального количества ресурсов пожарной охраны, снижение данной динамики наблюдается при площади пожара примерно 3000 м^2 , что характеризует собой переход к третьему варианту локализации пожара.



- $N_{поз(1)}$ – минимально требуемое количество позиций при тушении пожара в здании с напольным хранением;
- $N_{поз(2)}, N_{поз(3)}, N_{поз(4)}$ – максимально требуемое количество позиций при тушении пожара в здании со стеллажным хранением с высотой стеллажа до 5 м, от 5 до 15 м и от 15 до 25 м соответственно;
- $N'_{поз}, N_{поз}$ – количество позиций, сформированных пожарными подразделениями при тушении сложных и типовых пожаров соответственно

Рис. 6. Сравнение граничных условий и статистических данных за 2010-2012 гг. по формированию позиций при тушении пожаров в складских зданиях 4-5 СО



- $Q_{тр(1)}$ – минимально требуемый расход подачи воды на тушение пожара в здании с напольным хранением;
- $Q_{тр(2)}, Q_{тр(3)}, Q_{тр(4)}$ – максимально требуемый расход подачи воды на тушение пожара в здании со стеллажным хранением с высотой стеллажа до 5 м, от 5 до 15 м и от 15 до 25 м соответственно;
- $N'_{поз}, N_{поз}$ – количество позиций, сформированных пожарными подразделениями при тушении сложных и типовых пожаров соответственно

Рис. 7. Сравнение граничных условий и статистических данных за 2010-2012 гг. по расходам воды, поданной на тушение пожаров в складских зданиях 4-5 СО

Вышеприведённые графики иллюстрируют то, что по мере перехода к третьему варианту локализации пожара происходит не только увеличение площади пожара и времени его локализации и тушения, но и резкое увеличение прямого материального ущерба (рис. 4). Скачок ущерба объясняется тем, что при данном сценарии, как правило, полностью выгорают пожарные отсеки или даже здания, что приводит к колоссальным убыткам.

Таким образом, из вышеизложенного можно заключить, что в условиях отложенного ввода сил и средств на тушение пожара, подразделениям пожарной охраны не представляется возможным в полной мере локализовать пожары в складских зданиях 4-5 СО первым прибывшим подразделением. Учитывая ограниченность ресурсов гарнизонов пожарной охраны, пожары могут распространяться на большие площади, нанося тем самым колоссальный ущерб собственнику. В свете данных предпосылок, а также невозможности увеличения количества сил и средств пожарной охраны, в особенности в условиях кризиса, наиболее приемлемым вариантом является поиск способов повышения их тактического потенциала.

Литература

1. **Временные** рекомендации по тушению пожаров передвижной пожарной техникой в высотных механизированных стеллажных складах, оборудованных автоматическими установками пожаротушения. М.: ГУПО МВД СССР, 1985. 14 с.
2. **СНиП** 31-04-2001. Складские здания.
3. **Приказ** МЧС России от 31 марта 2011 г. № 156 "Об утверждении порядка тушения пожаров подразделениями пожарной охраны".
4. **Пожары** и пожарная безопасность в 2012 году: статистический сборник / Под общей редакцией В.И. Климкина. М.: ВНИИПО МЧС России, 2013. 137 с.
5. **Приложение № 2** к приказу МЧС России от 26 декабря 2014 г. № 727 "О совершенствовании деятельности по формированию электронных баз данных учёта пожаров (загораний) и их последствий".
6. **Григорьев А.Н., Гундар С.В., Денисов А.Н.** Управление силами и средствами при тушении пожаров (тактические возможности пожарных подразделений): монография. М.: Академия ГПС МЧС России, 2015. 112 с.
7. **Григорьев А.Н., Громовенко О.Л.** Результаты статистических исследований возможностей пожарных подразделений по тушению крупных пожаров // Пожарная безопасность. 2001. № 4. С. 143-151.
8. **Пигусов Д.Ю.** Учёт тактического потенциала пожарных подразделений при тушении пожаров в складских зданиях // Матер. 23-й междунар. науч.-техн. конф. "Системы безопасности – 2014". М.: Академия ГПС МЧС России, 2014. С. 260-263.
9. **Денисов А.Н., Пигусов Д.Ю.** Совершенствования управления пожарными подразделениями при тушении пожаров в быстровозводимых складских зданиях 4-5 степени огнестойкости // Матер. междунар. науч.-практ. конф. "Пожаротушение: проблемы, технологии, инновации". М.: Академия ГПС МЧС России, 2015. С. 72-76.
10. **Данилов М.М., Денисов А.Н., Опарин Д.Е.** Некоторые аспекты принятия решений при управлении процессом тушения пожара // Матер VI всеросс. науч.-практ. конф. "Актуальные проблемы обеспечения безопасности в РФ". В 2 ч. Екб.: Уральский институт ГПС МЧС России, 2012. Ч. 1. С. 143-145.