

**ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет**

**Институт механизации и технического сервиса**

**Направление «Техносферная безопасность»**

**Профиль «Безопасность технологических процессов и производств»**

**Кафедра «Техносферная безопасность»**

## **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

*Тема: «Разработка модели управления эвакуацией при пожаре в условиях повышенной плотностью размещения людей».*

Шифр ВКР 20.03.01.009.19 ПЗ.

Выполнил студент \_\_\_\_\_ Газетдинов Р.Р.  
подпись Ф.И.О.

Руководитель доцент \_\_\_\_\_ Макарова О.И.  
ученое звание подпись Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите

(протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2019 г.)

Зав. кафедрой доцент \_\_\_\_\_ Гаязиев И.П.  
ученое звание подпись Ф.И.О.

**Казань – 2019 г.**

## АННОТАЦИЯ

На выпускную квалификационную работу Тазетдинова Р.Р. на тему «Разработка модели управления эвакуацией при пожаре в условиях повышенной плотностью размещения людей».

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 68 листах машинописного текста и графической части на 5 листах формата А1.

Пояснительная записка состоит из введения, трех разделов, заключения и списка использованной литературы.

В первом разделе представлена постановка проблемы защиты от пожарной опасности на объектах с повышенной плотностью размещения людей, анализ требований руководящих документов в области обеспечения пожарной безопасности.

Во втором разделе приведен выбор критерия эффективности управления уровнем пожарной безопасности и его формализация с использованием методов анализа риска для средств спасения и оповещения, сценарии возможных пожароопасных ситуаций и построение модели управления уровнем пожарной безопасности, реализация технологии управления пожарной безопасностью в процессах спасения людей при пожаре, управление эвакуацией людей из зданий при возникновении пожара.

В третьем разделе приведено исследование и анализ существующих средств и методов, рекомендации по проведению спасательных работ, физическая культура на производстве.

## ABSTRACT

For final qualifying work Tazetdinova R.R. on the theme «Development of evacuation management model in case of fire in conditions of increased density of people».

Final qualifying work consists of an explanatory note on 68 typewritten pages and the graphic part on 5 sheets of A1 format. Explanatory note consists of introduction, three sections, conclusion and list of references.

The first section presents the formulation of the problem of protection against fire danger at facilities with a high density of accommodation for people, an analysis of the requirements of the governing documents in the field of fire safety.

The second section presents the selection criteria for fire safety level management efficiency and its formalization using risk analysis methods for rescue and warning tools, scenarios of possible fire situations and building a fire safety level management model, the implementation of fire safety management technology in rescuing people during a fire, management evacuation of people from buildings in case of fire.

The third section provides research and analysis of existing facilities and methods, recommendations for rescue work, and physical training at work.

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                                                                          | стр           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>                                                                                                                                                                     | <b>8</b>      |
| <br><b>1 АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В МЕСТАХ ПОВЫШЕННОЙ ПЛОТНОСТЬЮ РАЗМЕЩЕНИЯ ЛЮДЕЙ И ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.....</b> | <br><b>10</b> |
| 1.1 Постановка проблемы защиты от пожарной опасности на объектах с повышенной плотностью размещения людей.....                                                                           | 10            |
| 1.2 Анализ требований руководящих документов в области обеспечения пожарной безопасности.....                                                                                            | 19            |
| 1.3 Выбор обоснований методов задач .....                                                                                                                                                | 26            |
| <br><b>2 СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ.....</b>                                                                                                                                                      | <br><b>28</b> |
| 2.1 Выбор критерия эффективности управления уровнем пожарной безопасности и его формализация с использованием методов анализа риска для средств спасения и оповещения.....               | 28            |
| 2.2 Сценарии возможных пожароопасных ситуаций и построение модели управления уровнем пожарной безопасности.....                                                                          | 37            |
| 2.3 Реализация технологии управления пожарной безопасностью в процессах спасения людей при пожаре.....                                                                                   | 39            |
| 2.4 Управление эвакуацией людей из зданий при возникновении пожара.....                                                                                                                  | 42            |

|                                                          |           |
|----------------------------------------------------------|-----------|
| <b>3 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЙ УПРАВЛЕНИЯ</b>                |           |
| <b>ОБЕСПЕЧЕНИЕМ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ</b>            |           |
| <b>ПОВЫШЕННОЙ ПЛОТНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ ЛЮДЕЙ .....</b>       | <b>47</b> |
| 3.1 Исследование и анализ существующих средств и методов |           |
| спасения людей при пожаре.....                           | 48        |
| 3.2 Рекомендации по проведению спасательных работ.....   | 59        |
| 3.3 Физическая культура на производстве.....             | 62        |
| <b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....</b>                                   | <b>63</b> |
| <b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....</b>             | <b>67</b> |

## ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение безопасности людей при пожарах приобретает в наше время особую актуальность в связи с наметившейся тенденцией роста числа пожаров. Пожары являются наиболее распространенными причинами ЧС на объектах с большой плотностью людей.

Несмотря на применение для строительства зданий и сооружений огнестойких материалов и конструкций, оборудования помещений средствами противопожарной автоматики, устройство незадымляемых лестничных клеток, пожары нередко принимают большие размеры, наносят не только значительный материальный ущерб, но и сопровождаются человеческими жертвами.

В статистике чрезвычайных ситуаций (ЧС) в настоящее время пожары занимают особое место, социально-экономические потери от них несопоставимо велики по сравнению с ЧС других видов. Главные невосполнимые потери - человеческие жизни.

По статистике в России ежегодно около 2% пожаров возникают в образовательных учреждениях, в которых погибает более 700 детей. Каждые 5 секунд в мире регистрируется один пожар. В год их бывает более 5,5 миллиона. Ежегодно в мире от пожара погибает около 85 тыс. человек. В России каждый год регистрируется около 300 тыс. пожаров. Каждый год в огне погибают около 20 тыс. россиян. Подробный обзор пожарной безопасности зданий и представлены в Интернет ресурсах [1]

Общая тенденция увеличения показателей гибели и травмирования людей на пожарах в РФ обуславливает новых средств и способов обеспечения ПБ, направленных на сохранения жизни и здоровья людей.

Одним из перспективных направлений решения данной проблемы является применение различных спасательных средств – индивидуальных средств защиты, органов дыхания и зрения от опасных факторов пожара, а

также специальных средств аварийной эвакуации из горящего здания в область ПБ.

Актуальность применения средств аварийной эвакуации при пожарах на объектах зачастую могут создаваться скопление людей в процессе штатной эвакуации, приводящие к задержке времени и возникновению опасных факторов пожара. Именно на пожары в производственных помещениях и местах массового пребывания людей приходится наибольший социальный ущерб.

## **1 АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В МЕСТАХ ПОВЫШЕННОЙ ПЛОТНОСТЬЮ РАЗМЕЩЕНИЯ ЛЮДЕЙ И ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

### **1.1 Постановка проблемы защиты от пожарной опасности на объектах с повышенной плотностью размещения людей.**

Проблема пожароопасного функционирования общества, всех его подсистем является сегодня из наиболее важных и актуальных, а в последние десятилетия все активнее приобретает статус глобальной проблемы. Несмотря на предпринимаемые меры в рамках мирового сообщества два условия по совершенствованию мер и средств пожарной защиты, наращиванию эффективности пожарной техники и автоматики, ежегодно на земном шаре возникают свыше пяти миллионов зарегистрированных пожаров, то есть почти каждые пять секунд происходит в среднем один – два пожара, гибнет около 60 тыс. чел. Прямой ущерб от пожаров составляет 0,25 – 0,3% валового продукта мировой экономики [2]. Характерно, что число этих пожаров постоянно возрастает, соответственно растет и количество потерь от них. То есть, человечество в целом несет огромные материальные и социальные потери. Многие экономически развитые государства ощущают влияние опережающих темпа роста потерь от пожаров.

Статистическая информация ассоциаций пожарной защиты, ряда развитых индустриальных стран мира дает следующую картину, потерь от пожаров [3] Великобритания, в среднем за год, теряет 0,12% своего ВВП по прямому ущербу от пожаров, Норвегия – 0,4%, Дания – 0,25%. Швеция – 0,23%, Германия – 0,22%, Канада – 0,19%. На симпозиуме ЕЭС по пожарам в зданиях отмечалось, что в странах Европейского Сообщества общая сумма потерь от пожаров и затрат на мероприятия по их предотвращению и локализации составляет порядка 1% от ВВП стран ЕЭС, что эквивалентно совокупному бюджету ЕЭС [4]. Анализ динамики пожаров в России за

последние годы убеждает, что, несмотря на некоторые сокращения числа пожаров (таблица 1.1) они продолжают наносить серьезный социальный и материальный ущерб (таблица 1.2.) [5].

Таблица 1.1 – Распределение количества пожаров в России за 2014–2018 год (\*10<sup>3</sup>ед.).

| Количество пожаров в Российской Федерации |       |       |       |       |       |
|-------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                           | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  | 2018  |
| Город                                     | 155,1 | 149,5 | 142,8 | 138,1 | 129,6 |
| Сельская местность                        | 76,1  | 77,2  | 75,6  | 72,8  | 70,5  |
| Прочее                                    | 0,3   | 0,2   | 0,2   | 0,3   | 0,3   |
| Всего                                     | 231,5 | 226,9 | 218,6 | 211,2 | 200,4 |

Таблица 1.2. Динамика относительных показателей пожарной опасности в период с 2014–2018 гг.

| Показатели                                   | 2014    | 2015    | 2016    | 2017    | 2018    |
|----------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Количество погибших при пожарах, чел.        | 18377   | 18149   | 17065   | 15924   | 15165   |
| Прямой ущерб от пожаров:<br>всего, млн. р.   | 5839,2  | 6774,4  | 7902,3  | 8551,2  | 10045,2 |
| Валовый внутренний продукт - всего, млрд. р. | 17048,1 | 21624,6 | 26882,9 | 32988,6 | 41487,5 |
| Доля ущерба от ВВП, %                        | 0,55    | 0,57    | 0,40    | 0,35    | 0,39    |
| Количество погибших на1 млн. чел.            | 127,44  | 126,47  | 119,5   | 111,98  | 106,80  |
| Население, млн. чел.                         | 144,2   | 143,5   | 142,8   | 142,2   | 142,0   |

В 2014 году продолжалась наметившаяся тенденция снижения количества пожаров, и их количество составило 226952 (это на 2,4% меньше чем за прошлый год), в том числе в городах было зарегистрировано 149,5тыс. (на 3,8% меньше) и 77,2тыс. пожаров в сельской местности (на 0,6 % меньше чем в прошлом году). За период 2015 года имело место 218570 случаев, что на 4,0% меньше прошлого года, в городах сохранился спад количества пожаров и их значение 142,8тыс., что на 5,0% меньше чем за прошлый год, в сельской местности 75,6тыс. случаев (на 2,2% меньше). В течении 2015 года в РФ ежедневно происходило 579 пожаров, при которых гибли 44 человека и 37 человек получили травмы, огнем уничтожилось 160 строений, 24 единиц автотранспортной техники и 8 голов скота. Ежедневные потери составляли 23,4 миллиона рублей. В этом году произошло 211163 пожара (это на 3,7 % меньше чем за период прошлого года), в городах имело место 138,1тыс. случаев (что на 4,3% меньше), в сельской местности данный показатель снизился до значения 72,8тыс. (что на 2,5 % меньше чем за прошлый год). В 2016 снижения количества пожаров продолжилось, и их цифра составила 200386 случаев (это на 5,7 % меньше чем за период прошлого года). В городах этот показатель составил 129,6тыс. пожаров (что на 6,1 %), в сельской местности пожаров было 70,5тыс. (на 3,12% меньше чем 2015 году) [6].

Снижения показателя (рисунок 1.1) можно было бы только приветствовать, если бы не следующие обстоятельства. Главным образующим фактором, определявшим количеством аварий в РФ за последние десять лет, считалась численность людей. Поэтому общее снижение количества пожаров можно связать с общим сокращением такого социально-экономического индикатора развитие страны как численность людей.

Между тем, наряду с сокращением численности населения, наблюдается тенденция увеличения, в последние годы, численности погибших на пожарах (таблица 1.2.), что является тягчайшим в социальном

отношении последствием пожаров. Неблагоприятное для РФ повышение роста погибших и травмированных выражается в социально-экономических потерях объектов из-за неиспользованных возможностей в результате трудовых ресурсов из производственной деятельности и затрат на проведение мероприятий, вследствие гибели и травмирования людей [7].

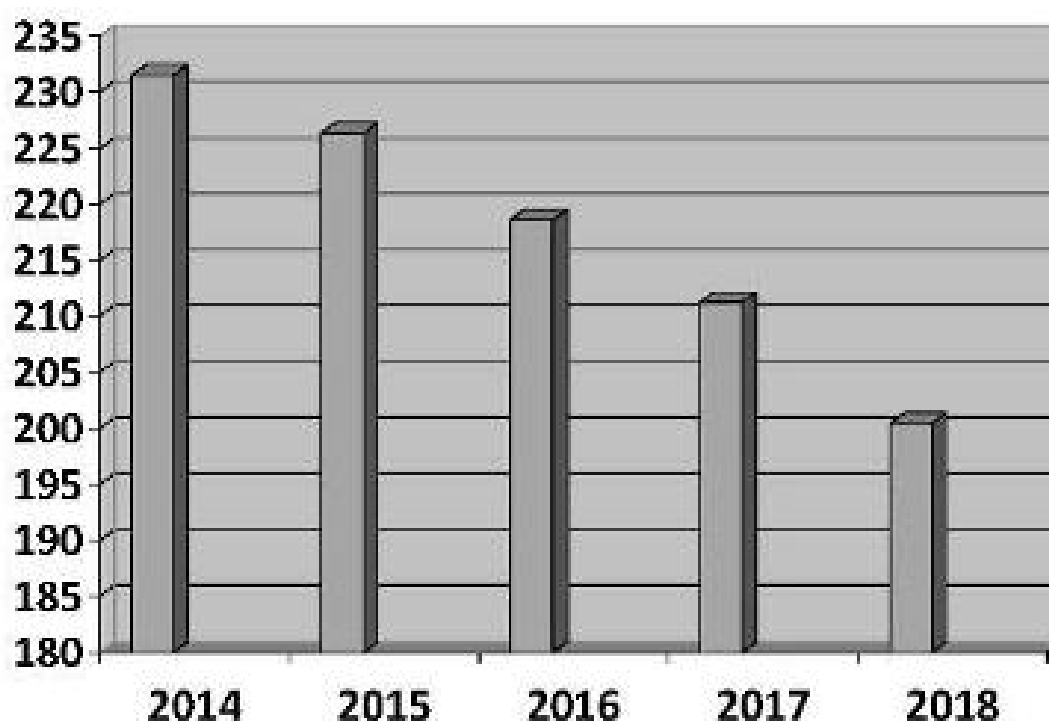


Рисунок 1.1 – Распределение количества пожаров в Российской Федерации (\*10<sup>2</sup>ед.).

Защита от огня жизни людей, всего комплекса национальных и ценностей, созданных человечеством за свою многолетнюю историю, а значит и удовлетворение комплекса социальных потребностей общества в пожаробезопасном развитии является важнейшей составляющей.

Таким образом, проблема борьбы с пожарами в Российской Федерации приобретает в современных условиях очень большое значение, поскольку 20 пожары, причиняя значительный ущерб и гибель людей, стали одним из существенных факторов, дестабилизирующих социально - экономическую обстановку в России. Такой показатель как доля ущерба пожара от ВВП в

России, который в настоящее время, является одним из самых высоких в мире, свидетельствует о том, что работа в данном направлении должна проводиться еще активнее.

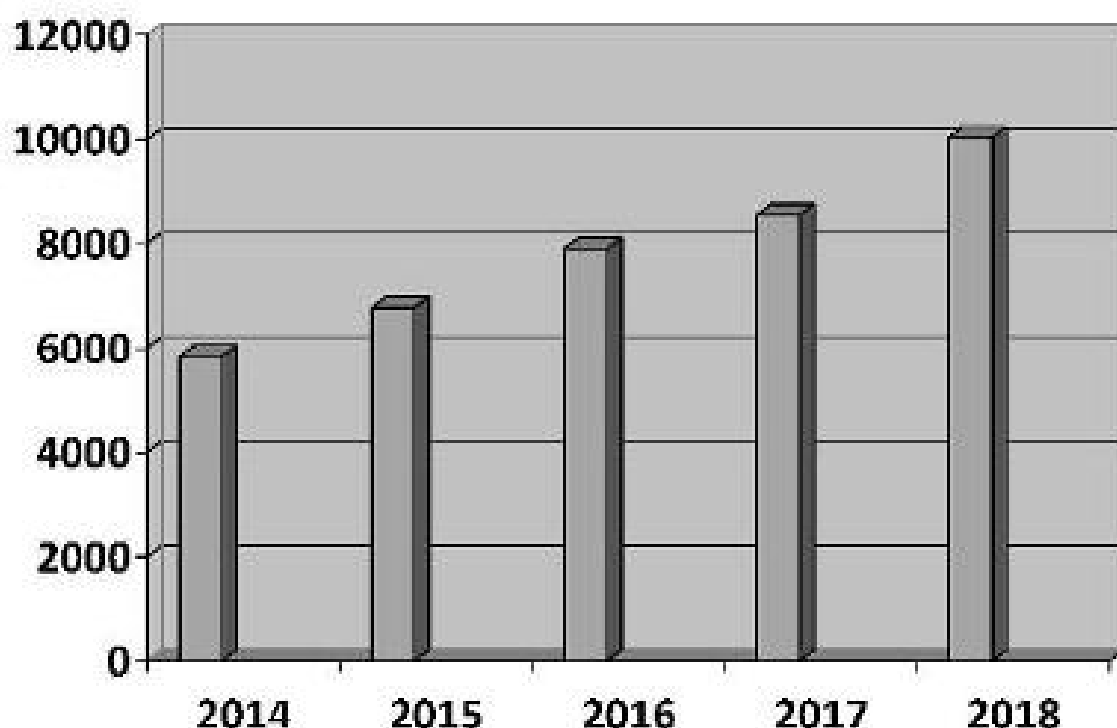


Рисунок 1.2 – Распространение потерь от пожаров в РФ, млн. руб.

Наблюдаемая активность сокращения этого показателя (таблица 1.2.) за последние годы, прежде всего, связана с увеличением самого показателя ВВП на душу населения, что в целом не может свидетельствовать о повышении эффективности и качества работы пожарных подразделений в системе обеспечения ПБ.

Согласно данным ГУ ГПС МЧС РФ прямой ущерб от пожаров в 2018 г. по видам собственности составил– 5%, частной – 63%, муниципальной – 26%, общественных объединений – 4%, прочих видах собственности – 2% (рисунок 1.3.).

Таблица 1.3 – Распределение показателей обстановки с пожарами в России с 2016-2018 г. по видам собственности.

| Вид собственности объекта пожара | Количество пожаров, ед. |        |        | Прямой материальный Ущерб, тыс. руб. |          |          |
|----------------------------------|-------------------------|--------|--------|--------------------------------------|----------|----------|
|                                  | 2016                    | 2017   | 2018   | 2016                                 | 2017     | 2018     |
| Государственная                  | 16002                   | 12450  | 10401  | 803953,8                             | 675258,9 | 735182,5 |
| Смешанная                        | 6463                    | 5592   | 4562   | 442523,8                             | 366983   | 401339   |
| Частная                          | 129429                  | 128359 | 124557 | 5105937                              | 5774354  | 6883532  |
| Иностранная                      | 16                      | 16     | 11     | 736,3                                | 136,9    | 723,4    |
| Муниципальная                    | 55272                   | 54520  | 51823  | 892631,1                             | 1059094  | 1235172  |
| Общественных                     | 11351                   | 10135  | 8960   | 656481                               | 674506   | 789358,9 |

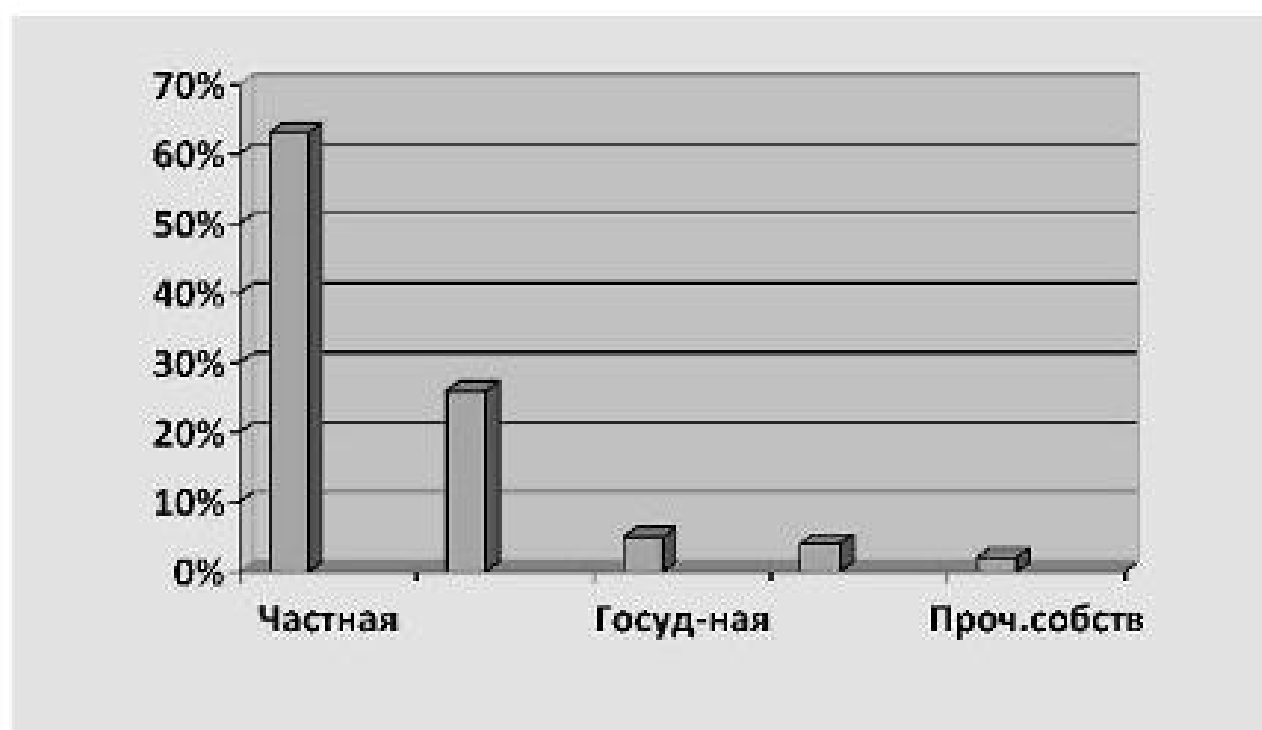


Рисунок 1.3 – Распространение потерь от пожаров по видам собственности в 2018г.

При выявлении объективных причин ухудшения обстановки с пожарами в России возникает необходимость учитывать, что пожарная опасность имеет субъективный характер, т.е. зависит от поведения людей. В настоящее время, основной причиной возгораний на субъектах является

неосторожное обращение с огнем (43%) и нарушения правил устройства и эксплуатации электрооборудования (25%). На их приходится почти 70% пожаров (рисунок 1.4.) [8].

При этом необходимо выделить и ряд других причин, в частности: использование горючих материалов, применение пожароопасных приборов, пренебрежительное отношение граждан к нормативным актам в области ПБ, возникающее как по экономическим, так и другим соображениям; недостаточное внимание государства к передаче знаний и методов обучения безопасному поведению для молодого поколения. Существенное влияние на последствия пожаров оказывает слабая оснащенность объектов средствами пожарной автоматики, первичными средствами и недостаточное ресурсное обеспечение ПО.

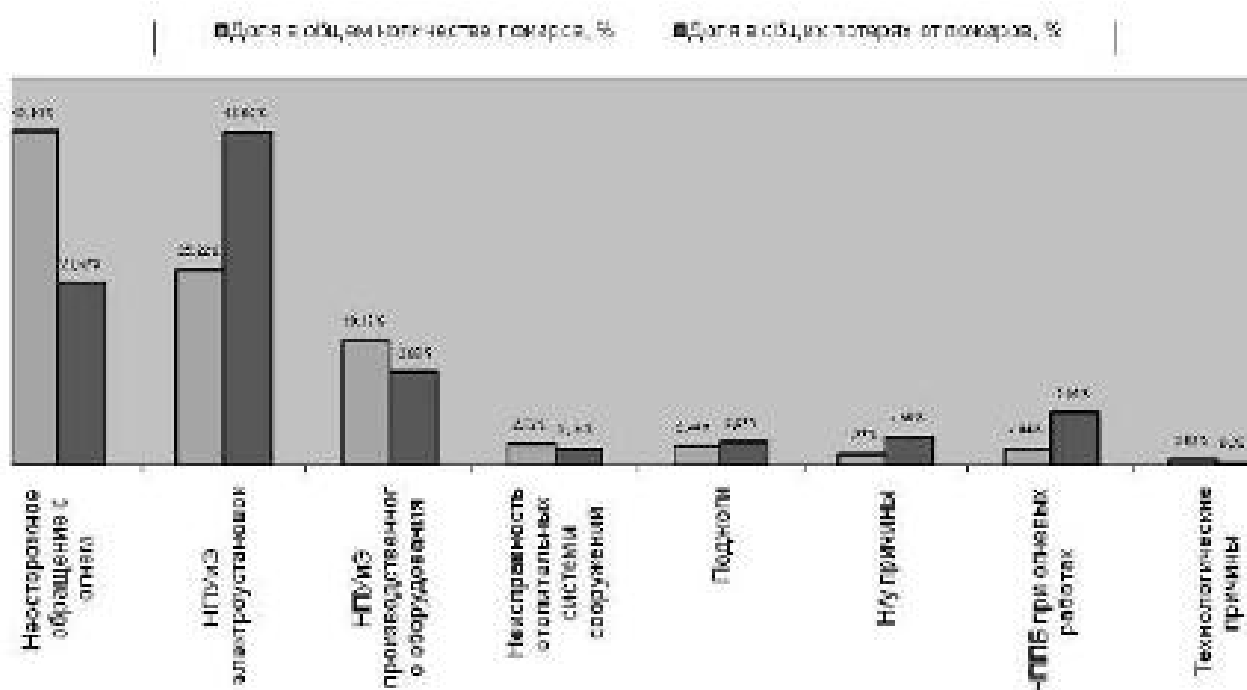


Рисунок 1.4 – Распределение пожаров и потерь от них по основным причинам возникновения пожаров в России в 2018 г.

Анализ причин происшедших пожаров и других обстоятельств, обуславливающих их возникновение и наступление тяжелых последствий, наглядно указывают на достаточно широкий круг проблем, стоящих перед

различными министерствами и ведомствами, а также органами государственной власти и органами местного самоуправления по обеспечению ПБ образовательных учреждений.

Проводимые мероприятия по обучению учащихся элементарным требованиям ПБ привели к снижению в целом по стране количества пожаров, происходящих по причине детской шалости с огнем. Вместе с этим по статистике, возникновение 9 пожаров из 10 напрямую связано с человеческим фактором. Причем около 32% возгораний происходит из-за неосторожного обращения с огнем, а более 17% - по причине нарушения правил устройства и эксплуатации электрооборудования. При этом каждый второй пострадавший получает травму вследствие неподготовленности к действиям в экстремальных ситуациях.

Это свидетельствует о том, что большинство руководителей различного звена образовательных учреждений и сами учащиеся небрежно относятся к своей безопасности, плохо владеют элементарными мерами пожарной безопасности, а уполномоченные федеральные органы исполнительной власти, органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органы местного самоуправления действенных мер по обучению правилам пожарной безопасности не предпринимают. Более 20% пожаров происходит по причине нарушения правил устройства и эксплуатации электрооборудования.

Характерными нарушениями требований пожарной безопасности: [9].

- недостаточные знания требований пожарной безопасности и навыков поведения обучающихся и сотрудников в ЧС и при пожарах;
- отсутствие или неисправность автоматических систем;
- невыполнение работ по огнезащите деревянных конструкций;
- отсутствие наружных источников противопожарного водоснабжения.

Для ликвидации недостатков и пробелов в обеспечении ПБ образовательных учреждений необходимо поэтапное принятием мер по их устранению. Самое дорогое из этих мер – установка сигнализации, которая

только одному заведению обойдется в достаточно большую сумму, в зависимости от площади здания. А кроме этого, учреждениям нужно отремонтировать проводку, обработать чердачные помещения, обучить персонал основам пожарной безопасности и так далее. Отдельный вопрос – решетки на первых этажах. Их придется снять, иначе в случае ЧС вырваться из охваченного огнем здания не смогут.

В целях повышения пожарной безопасности в учреждении следует планировать организацию работ по обследованию технического состояния зданий и инженерных систем, определять на конкурсной основе организации по поставке спецоборудования, создание Центра обучения пожарной безопасности, корректировка, доработка эвакуационных схем и многое другое.

Ключевым направлением в организации пожарной безопасности является противопожарная профилактика. Необходимо помнить, что самым страшным врагом при пожаре является паника, в связи с этим при подготовке персонала и руководителей следует обращать внимание на морально-психологическую устойчивость и недопущение паники при возникновении пожара [10].

Выполнение всех мероприятий пожарной профилактики, обучение сотрудников правилам ПБ способствуют недопущению возникновения пожара, а в случае его возникновения уметь правильно действовать.

На сегодняшний день решить проблему пожарной безопасности не так то просто, установка сигнализации, закупка огнетушителей, подготовка и обучение сотрудников вот далеко не весь перечень работ в данном направлении. Чтобы реализовать все требования, нужны миллионы рублей, а большинство организаций не могут себя обеспечить необходимыми финансовыми средствами, поэтому мероприятия по повышению пожарной безопасности должны решаться комплексно со значительным привлечением, как федеральных денежных средств, так и инвестиций местного бюджета.

При этом необходимо отметить, что количество жертв во время чрезвычайных ситуаций могло быть гораздо меньше, если бы не человеческий фактор. Одна из причин гибели наших граждан, детей во время пожаров – неумение или недостаточность опыта эвакуироваться из горящего здания. Поэтому наше мнение заключается в том, что на помощь самой современной технике, которая поставляется в заведения, в случае возникновения критической ситуации должны прийти четкие, слаженные, грамотные действия персонала. Именно на организацию работы в этом направлении, на необходимость проведения обучения и тренировок должно быть обращено внимание руководителей подведомственных учреждений, а также региональных и муниципальных органов управления.

## **1.2 Анализ требований руководящих документов в области обеспечения пожарной безопасности.**

### ***Новые подходы к обеспечению пожарной безопасности***

С мая 2009г. Федеральным законом от 22.07.2008 № 123-ФЗ “Технический регламент о требованиях пожарной безопасности” (далее Закон № 123-ФЗ) введены новые подходы к обеспечению пожарной безопасности[11].

Основными задачами технического регламента являются:

- комплексное обеспечение ПБ объектов защиты, в т. ч. Имущества физических или юридических лиц, государственного и муниципального имущества;
- установление минимально необходимых требований пожарной безопасности к различным видам продукции;
- внедрение системы гибкого нормирования в области пожарной безопасности в результате использования механизмов оценки пожарного риска, широко применяемых в наиболее развитых странах;

- повышение уровня пожарной безопасности людей и защищенности имущества собственников вследствие оптимизации системы требований пожарной безопасности;
- установление общих требований пожарной безопасности к пожарнотехнической продукции и продукции общего назначения;
- упрощение системы нормативных документов по пожарной безопасности путем концентрации обязательных требований в области пожарной безопасности в одном законодательном акте РФ;
- обеспечение объективности и прозрачности процедур надзора за выполнением требований пожарной безопасности, выработка действенных мер, направленных на повышение персональной ответственности инспекторского состава за состоянием пожарной безопасности.

Закон № 123-ФЗ устанавливает обязательные для применения и исполнения:

- общие принципы обеспечения пожарной безопасности;
- требования пожарной безопасности:
  - при проектировании поселений и городских округов;
  - при проектировании и строительстве зданий;
  - к производственным объектам;
  - к пожарной технике;
  - к продукции общего назначения;

### ***Первичные меры пожарной безопасности.***

В соответствии со ст. 63 Закона № 123-ФЗ устанавливаются первичные меры пожарной безопасности, которые включают в себя:

- реализацию полномочий органов местного самоуправления по решению вопросов организационно-правового, финансового, материально-технического обеспечения пожарной безопасности муниципального образования;

- разработку и осуществление мероприятий по обеспечению пожарной безопасности муниципального образования и объектов муниципальной собственности, которые должны предусматриваться в планах и программах: развития территории, обеспечения надлежащего состояния источников противопожарного водоснабжения.

- разработку и организацию выполнения муниципальных целевых программ по вопросам обеспечения пожарной безопасности;

- составление плана привлечения сил и средств для тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ на территории муниципального образования и контроль за его выполнением;

- установление особого противопожарного режима на территории муниципального образования, а также дополнительных требований пожарной безопасности на время его действия;

- обеспечение беспрепятственного проезда пожарной техники к месту пожара;

- обеспечение связи и оповещения населения о пожаре;

- организацию обучения населения мерам пожарной безопасности и пропаганду в области пожарной безопасности, содействие распространению пожарно-технических знаний;

- социальное и экономическое стимулирование участия граждан и организаций в добровольной пожарной охране, в т. ч. участия в борьбе с пожарами.

### ***Обеспечение пожарной безопасности населения.***

К основным, принципиально новым подходам, обеспечивающим защиту людей от пожаров на более высоком уровне, Закон № 123-ФЗ относит:

1. Нормы времени оперативного реагирования на сообщение о пожаре.

2. Введение оценки пожарного риска как числового индикатора для определения достаточности или недостаточности принимаемых собственником мер по обеспечению безопасности человека.

3. Дополнение форм оценки соответствия объектов защиты (продукции) требованиям пожарной безопасности.

Достаточно отметить, что в ст. 76 Закона № 123-ФЗ впервые определено нормативное время прибытия пожарных подразделений для ликвидации пожаров, в частности, нормативы прибытия первого подразделения к месту вызова после сообщения о пожаре. В городе это время составляет до 10 мин, в сельской местности – до 20 мин.

Такой подход потребует изменения порядка размещения пожарных депо, упорядочения в организации дорожного движения и, самое главное, воспитания культуры безопасности у водителей автотранспорта для обеспечения проезда пожарных машин.

#### *Реализация положений технического регламента.*

В рамках реализации положений технического регламента Закона № 123-ФЗ в настоящее время ведется плановая, целенаправленная работа.

Вся работа осуществляется по шести основным направлениям, к которым относится внесение изменений в законодательные акты РФ, а также разработка:

- нормативно-правового акта по оценке пожарного риска;
- нормативно-правового акта по декларированию пожарной безопасности;
- национальных стандартов в области пожарной безопасности;
- сводов правил обеспечения пожарной безопасности объектов защиты;
- правил пожарной безопасности.

Последнее, шестое, направление решением Правительства РФ было выведено из сферы технического регулирования. Это – Правила пожарной безопасности. В концепцию данного документа планируется заложить

требования организационного характера, определяющие действия граждан, должностных и юридических лиц по выполнению мер пожарной безопасности.

*Разработка национального стандарта «Объекты образования.*

*Требования пожарной безопасности».*

Для реализации положений технического регламента разработаны первые проекты 13 сводов правил и 92 национальных стандартов. Из всего многообразия документов особое внимание следует обратить на Национальный стандарт «Объекты образования. Требования пожарной безопасности».

Проект данного документа предусматривает требования пожарной безопасности, предъявляемые к объектам образования на всех этапах их создания (проектирование и строительство), при капитальном ремонте, реконструкции, техническом перевооружении, изменении функционального назначения, техническом обслуживании и эксплуатации.

Предлагаемый проект устанавливает следующие положения:

- общие требования в области применения;
- перечень стандартов, использованных в данном документе;
- термины и определения;
- общие требования пожарной безопасности к зданиям;
- порядок размещения зданий и обеспечения проходами, проездами и подъездами;
- объемно-планировочные и конструктивные решения;
- порядок создания зон безопасности;
- определение эвакуационных путей и выходов;
- порядок обеспечения наружными и внутренними противопожарным водоснабжением, установками пожаротушения, пожарной сигнализацией и оповещения, противодымной защитой;

- порядок организации мероприятий по обеспечению противопожарного режима;

Пунктом 1.3. стандарта определены основные объекты образования. К ним относятся:

- дошкольные образовательные учреждения (детские ясли, сады, в т. ч. с ночным пребыванием, семейные детские сады и т. п.);
- общеобразовательные учреждения (школы, гимназии, лицеи и т. п.);
- специальные (коррекционные) образовательные учреждения;
- учреждения для детей-сирот, оставшихся без родителей;
- учреждения начального и среднего профессионального образования;
- учреждения высшего профессионального образования и дополнительного профессионального образования (повышения квалификации) специалистов;
- образовательные учреждения для детей с ограниченными возможностями здоровья;
- учреждения дополнительного образования детей;
- другие учреждения, осуществляющие образовательный процесс.

### ***Организация профилактических мероприятий.***

Особое внимание уделено вопросам организации профилактических мероприятий. К основным из них относятся:

- обучение пожарно-техническому минимуму руководителей, лиц, ответственных за пожарную безопасность, один раз в три года;
- обучение сотрудников и обслуживающего персонала путем проведения противопожарных инструктажей;
- проведение занятий по правилам пожарной безопасности с учащимися старших классов не реже одного раза в учебную четверть;
- проведение предупредительных бесед с учащимися младших классов и детьми старшего дошкольного возраста;
- установление распорядительными документами порядка действий при возникновении пожара;

- назначение дежурного администратора, ответственного за оповещение в случае возникновения пожара;
- проведение практических занятий по эвакуации учащихся и персонала не реже одного раза в квартал;
- разработка предварительных документов, касающихся действий пожарных подразделений (план тушения пожара и карточка тушения пожара);
- использование технических средств оповещения о пожаре;
- обеспечение образовательного учреждения первичными средствами пожаротушения.

#### *Определение способов оповещения.*

В разделе «Установки пожаротушения, пожарной сигнализации и оповещения» особое внимание уделяется определению способов оповещения. Так, для дошкольных образовательных учреждений, специальных образовательных учреждений, учреждений для детей-сирот, оставшихся без попечения родителей, образовательных учреждений для детей с ограниченными возможностями предлагается в качестве способа оповещения подача звуковых и световых сигналов во всех помещениях здания с постоянным или временным пребыванием детей.

Для общеобразовательных учреждений, учреждений начального и среднего профессионального образования, учреждений высшего профессионального образования и дополнительного профессионального образования, учреждений дополнительного образования детей предлагается трансляция во все помещения специально разработанных текстов, направленных на предотвращение паники и других усложняющих эвакуацию поведенческих реакций.

Следует также обратить внимание на требование, определяющее создание зон безопасности здания (этажа) в образовательных учреждениях детей с ограниченными возможностями. В соответствии с предлагаемым

проектом зона безопасности здания (этажа) – специально оборудованная зона (помещение), предназначенная для защиты людей от опасных факторов пожара в течение времени от момента возникновения пожара до завершения спасательных работ пожарными подразделениями. Она должна иметь площадь, позволяющую вместить не менее 30% от общего количества людей, находящихся на этаже или в здании; не менее двух оконных проемов. Кроме того, в проекте отражены требования по оборудованию и оснащению зон безопасности. В частности, они должны быть укомплектованы: индивидуальными средствами защиты органов дыхания и зрения; средствами для оказания первой медицинской помощи; первичными средствами пожаротушения; канатно-спусковыми устройствами.

### **1.3 Выбор обоснований методов задач.**

Для обеспечения эффективного управления системой обеспечения пожарной безопасности объектов сферы науки и образования в целом необходимо подразделить её на ряд подсистем. Эти подсистемы образуют механизм управления, представляющий собой совокупность органов управления, средств, методов и инструментов, с помощью которых они воздействуют на объект управления для наиболее эффективного достижения стоящих перед социальной системой целей.

Основными звеньями управляющей системы являются:

- органы федерального управления,
- органы регионального управления,
- информационно-управленческие связи и потоки,
- основные методы обеспечения пожарной безопасности в ОУ в регионе,
- инструменты.

Методы управления СОПБ:

- административные методы нормативного регулирования процесса формирования обеспечения безопасности жизнедеятельности в ОУ;

- экономические методы;
- психологические методы разработки и осуществления системы управления сотрудниками в условиях пожара.

Целью настоящей работы определено повышение безопасности жизнедеятельности на объекты науки и образования за счет разработки и внедрения технологии управления пожарной безопасностью в условиях дефицита времени и пространства, основанной на применении современных средств оповещения и спасения людей при пожарах.

Для достижения этой цели необходимо сконцентрировать свою деятельность при обеспечении пожарной безопасности на процессе оповещения и спасения людей при пожаре. Поэтому основная задача данного исследования строится на формировании процесса оповещения и спасения людей при пожарах в условиях дефицита времени и пространства.

Для этого необходимо иметь следующие три базовых критерия обеспечения пожарной безопасности различного уровня:

- условие существования процесса (методология исследования);
- условия перевода людей из состояния пожарной опасности в состояние пожарной безопасности (методы следования);
- условия реализации таких переводов (алгоритмы, техники).

Первый критерий позволяет получить ответ руководителю на вопрос ЧТО происходит?

Второй критерий позволяет получить ответ на вопрос - ПОЧЕМУ это происходит?

Третий критерий позволяет получить ответ на вопрос - КАК это происходит?

Исходя из этих трёх базовых критериев необходимо рассмотреть следующий объект исследования - объекты сферы науки и образования, система организационно-экономических мероприятий, направленных на обеспечение пожарной безопасности объектов сферы науки и образования, технические средства обеспечения пожарной безопасности.

## 2 СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Выбор критерия эффективности управления уровнем пожарной безопасности и его формализация с использованием методов анализа риска для средств спасения и оповещения.

Для обеспечения управления системой оповещения и спасения людей при пожаре в целом необходимо подразделить её на ряд подсистем. Эти подсистемы образуют механизм управления, представляющий собой совокупность органов управления, средств, методов и инструментов, с помощью которых они воздействуют на объект управления для гарантированного достижения стоящей перед системой цели.

Процесс обеспечения пожарной безопасности на объектах реализуется технологией управления ТПБ в условиях недостатка времени и пространства.

Технология управления пожарной безопасностью есть преобразования информационных ресурсов лица принимающего решение (ЛПР) адекватного обстановке при ограничениях на информационные, финансовые ресурсы и ресурсы обстановки в интересах обеспечения требуемого уровня ПБ.

Уровень пожарной безопасности оценивается показателем эффективности деятельности системы обеспечения пожарной безопасности – вероятностью ( $P$ ) того, что:

- каждый очаг пожара будет гарантированно выявлен и погашен;
- каждый человек находящийся в области пожарной опасности гарантированно идентифицирован и эвакуирован в область ПБ.

Основа управления – решение руководителя. Умея определить, исходя из сложившейся обстановки и располагаемых сил и средств, уровень пожарной безопасности, руководитель способен выработать адекватное решение по обеспечению пожарной безопасности на объекте.

При обеспечении пожарной безопасности на объектах необходимо осуществлять деятельность руководителем в трёх базовых направлениях:

- идентификация очага возгорания и его ликвидация;

- оповещение о пожарной опасности (в случае не ликвидации очага);
- спасение людей при пожаре (эвакуация людей из области пожарной опасности в область пожарной безопасности).

Процесс обеспечения пожарной безопасности на объектах реализуется технологией управления пожарной безопасностью на основе трёх процессов более низкого уровня.

1. Процесс идентификации очага возгорания и его ликвидация.
2. Процесс оповещения о пожарной опасности
3. Процесс спасения людей при пожаре.

Эффективность процесса пожаротушения оценивается показателем эффективности деятельности системы пожаротушения – вероятностью

$$P_{\text{ПТ}} = P_{\text{КПТ}} \cdot P_{\text{ДЛПТ}} \cdot P_{\text{СПТ}} \quad (2.1)$$

где,  $P_{\text{ДЛПТ}}$  – вероятность того, ЛПР осмыслил ситуацию и выдал команду на применение средств пожаротушения.

$P_{\text{СПТ}}$  – вероятность того, средство пожаротушения погасило очаг возгорания.

$(P_{\text{КПТ}})$  – того, что каждый очаг возгорания гарантированно идентифицирован и доведён до заинтересованных лиц.

Эффективность оповещения людей при пожаре оценивается показателем эффективности деятельности системы оповещения вероятностью (РОП) того, что каждый очаг возгорания гарантированно идентифицирован и этот факт гарантированно доведён до заинтересованных лиц.

Эффективность спасения людей при пожаре оценивается показателем эффективности деятельности системы спасения – вероятностью (РСП) того, что каждый человек в области пожарной опасности гарантированно идентифицирован и эвакуирован в область пожарной безопасности.

На современном этапе развития общественных отношений все большую актуальность приобретают проблемы управления социальными процессами и прежде всего вопросы научного обоснования экономического и социального планирования, совершенствования механизма управления.

Важным и необходимым инструментом управления в условиях проявления опасностей становится управление риском.

Его результаты способствуют комплексному социально-экономическому управлению в масштабе предприятия, объединения, города, региона, страны.

В процессе решения практических задач формирования социально-экономических и организационно-технических процессов развиваются и углубляются исследования теории управления риском, возникают новые проблемы, совершенствуются методы и техника исследований.

Теория управления риском разрабатывает и изучает принципы, модели и методы исследования свойства процесса, характеризующего существование возможности возникновения неблагоприятных или нежелательных результатов деятельности объекта управления.

Аппарат теории управления риском направлен на формирование целенаправленной деятельности субъекта управления по исключению (уменьшению) влияния факторов существования возможности возникновения неблагоприятных или нежелательных результатов деятельности объекта управления.

Управление риском - целенаправленной деятельности субъекта управления по исключению (уменьшению) влияния факторов существования возможности возникновения неблагоприятных или нежелательных результатов деятельности объекта управления.

Социальная деятельность представляет собой процесс взаимодействий и противоборств конкурирующих организационных систем определённого уровня. Это может быть уровень отношений для одного человека, семьи и так до уровня государства, мирового сообщества.

В процессе социальной деятельности субъекты конкретизируют её в различных видах. Это и экономическая, научная, техническая, дипломатическая, экологическая, военная и прочие виды конкретизации. Все эти виды деятельности в условиях конкурентной борьбы, подчиняются политике субъектов определённой иерархии и направляются её. В явлениях и процессах, конкретизирующих социальную деятельность, действуют определённые законы. Знание сущности социально-экономической и организационно-технической деятельности, её закономерностей, определение способов достижения цели субъектами в различных условиях обстановки в условиях опасности для успеха и благополучия необходимо каждому современному человеку, в первую очередь управленцу. Для гарантированного достижения цели человеку необходимо уметь формировать процесс с наперёд заданными свойствами, позволяющий исключать, по возможности, риск.

*Рассмотрим подход к управлению уровнем пожарной безопасности на объектах с повышенной плотностью размещения людей.*

Применение методов позволило представить процесс выработки решений по управлению пожарным риском в виде трех компонентов. Далее необходимо сформировать адекватную модель управления пожарным риском, в зависимости от различной социально-экономической обстановки, основанной на установлении формальной аналитической зависимости  $P = P(\Delta t_{ген}, \Delta t_{ид}, \Delta t_{уп})$  между тремя базовыми компонентами.

Предложенными компонентами являются:

$\Delta t_{ген}$  – среднее время генерации людей в области пожарной опасности;  
 $\Delta t_{ид}$  – среднее время идентификации людей в области пожарной опасности;  
 $\Delta t_{уп}$  – среднее время выработки управленческих решений по эвакуации;  
 $P$  – показатель эффективности управленческих решений по эвакуации людей.

Предназначение СОИБ – доставка каждого человека из области пожарной опасности в область пожарной безопасности.

Обстановка – совокупность факторов и условий, в которых осуществляется деятельность.

Информационно-аналитическая работа – непрерывное добывание, сбор, изучение, отображение и анализ данных об обстановке (мониторинг).

Требуется: формирование адекватной модели управления эвакуацией людей, в зависимости от различной социально-экономической и организационно-технической обстановки, основанной на установлении формальной аналитической зависимости между тремя базовыми компонентами выработки решений по обеспечению пожарной безопасности.

Необходимо выявить закономерности между тремя базовыми компонентами  $\Delta t_{оп}$ ,  $\Delta t_{пр}$ ,  $\Delta t_{рп}$ .

Теоретическая основа технологии процесса выработки управленческого решения – системообразующие основы моделирования базируется на устойчивой повторяющейся связи свойств объекта (Обстановка), свойств его действия (Мониторинг) и предназначения (Реализация предназначения СОПБ) и проявляющейся во взаимной трансформации свойств объекта, свойств действия при фиксированном предназначении. Предназначение количественно оценивается показателем эффективности.

$$P = f(\text{Обстановка, Мониторинг, Реализация предназначения СОБ}).$$

P - показатель эффективности реализации УР, который характеризует вероятность идентификации проблемы и её нейтрализации.

Геометрическая интерпретация теоретических основ технологии выработки управленческого решения по обеспечению пожарной безопасности:

1. Направляющие косинусы вектора P задают основные тенденции деятельности СОПБ.

2. Результаты взаимовлияния характеристик процесса выработки управленческого решения более низкого уровня иерархии чем «Обстановка», «Мониторинг», «Реализация предназначения СОБ» «размещены» на

поверхности, описываемой концом вектора  $P$ . Модуль вектора  $P$  есть показатель эффективности реализации управленческого решения.

3. Вектор  $P$  нормирует множество вариантов управленческих решений требуем уровнем потенциальной эффективности реализации разработанного управленческого решения.

### *Основные элементы технологии управления пожарной безопасностью.*

*Этап 1.* Обоснование основных свойств технологии.

1. Технология требует:

- отсортировать потери по типам воздействия обстановки;
- установить уровень потерь (ущерба) в зависимости воздействий обстановки;
- разработать методику обоснования путей сокращения потенциальных потерь до допустимого уровня;

2. Технология предполагает:

- формализацию процессов воздействий, в рамках теории нестационарных потоков Пуассона (не нарушая общности изложения как вариант первого приближения);
- формализацию деятельности руководства СОПБ в рамках теории обслуживания нестационарных потоков Пуассона по показательному закону с переменной интенсивностью;
- формализацию функционирования руководства СОПБ, как воздействия на объект с определённой интенсивностью;
- разработку динамической модели процесса функционирования деятельности руководства СОПБ в условиях обстановки;
- представление общих потерь региона уравнением результативности действий;
- обоснование требуемых действий руководства СОПБ;

- выбор пути, повышения эффективности деятельности руководства СОПБ.

3. Технология позволяет:

- обосновать рациональные действия СОПБ и способы их реализации на основе разработанной модели.
- обосновать возможности технического оснащения СОПБ
- обосновать требования к возможностям ЛПР.

**Этап 2.** Формирование показателя эффективности функционирования СОПБ.

Вероятность того, что каждая угроза будет идентифицирована (система мониторинга) и нейтрализована (Силы и средства СОПБ) определяется соотношением связи вероятности разрешения проблемы и «трёх дельта  $t$ »:

$$P_{СП} = F(\Delta t_{ген}, \Delta t_{ид}, \Delta t_{реш}).$$

Элементы этого соотношения определяются на основе решения системы дифференциальных или алгебраических уравнений в зависимости от допущений и предположений. [14,15,26, 27].

2.1. Вариант спасения людей при пожаре.  $P_{СП} = F(\Delta t_{ген}, \Delta t_{ид}, \Delta t_{реш})$  зависимость между тремя базовыми компонентами процесса спасения.

Предложенными компонентами являются:

$\Delta t_{ген}$  – среднее время генерации потока людей, подлежащих спасению в области пожарной опасности;

$\Delta t_{ид}$  – среднее время идентификации людей в области пожарной опасности;

$\Delta t_{реш}$  – среднее время выработки управленческих решений по эвакуации.

$P_{СП}$  – показатель эффективности реализации управленческих решений по эвакуации людей.

Задавая соответствующий уровень пожарной безопасности  $P_{СП}$  имея связь этого значения с тремя базовыми характеристиками исходя из

сложившейся обстановки мы можем выбрать соответствующие средства оповещения и спасения, характеристики которых напрямую связаны с «тремья дельтами»

2.2. Вариант оповещения.  $P_{оп} = F(\Delta t_{оп}, \Delta t_{оп}, \Delta t_{оп})$  между тремя базовыми компонентами процесса оповещения.

Предложенными компонентами являются:

$\Delta t_{оп}$  – среднее время опроса датчиков, признаки опасности;

$\Delta t_{оп}$  – среднее время идентификации показаний датчиков пожарной сигнализации;

$\Delta t_{оп}$  – среднее время оповещения о пожарной опасности .

$P_{оп}$  – показатель эффективности реализации управленческих решений по оповещению о пожарной опасности.

Задавая соответствующий уровень оповещения о пожарной опасности  $P_{оп}$  имея связь этого значения с тремя базовыми характеристиками исходя из сложившейся обстановки мы можем выбрать соответствующие средства оповещения, характеристики которых напрямую связаны с «тремья дельтам».

2.3. Вариант пожаротушения.  $P_{кпт} = F(\Delta t_{кпт}, \Delta t_{кпт}, \Delta t_{кпт})$  между тремя базовыми компонентами процесса выработки команды «Пожарная опасность»

Предложенными компонентами являются:

$\Delta t_{кпт}$  – среднее время опроса датчиков, признаки пожарной опасности;

$\Delta t_{кпт}$  – среднее время идентификации показаний датчиков пожарной сигнализации;

$\Delta t_{кпт}$  – среднее время формирования и выдачи команды «Пожарная опасность» .

$P_{кпт}$  – показатель эффективности системы выработки команды «Пожарная опасность».

Задавая соответствующую эффективность процесса пожаротушения  $P_{кпт}$  (формула 2.1) и имея связь этого значения с тремя базовыми

характеристиками исходя из сложившейся обстановки мы можем выбрать соответствующие средства вырабатывающие команду « Пожарная опасность», характеристики которых напрямую связаны с «стремля делым».

**Этап 3.** На основе зависимости трёх базовых компонентов управленческого решения и заданного уровня показателя эффективности  $P$  строятся система параметрических поверхностей, образованных концом вектора  $P$  трёх координатной системе

$$\text{«Обстановка» } \Delta t_{\text{с}} = f_{\text{с}}(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

$$\text{«Мониторинг» } \Delta t_{\text{м}} = f_{\text{м}}(y_1, y_2, \dots, y_m)$$

«Обеспечение ЛПР реализации предназначения СОПБ»

$$\Delta t_{\text{л}} = f_{\text{л}}(z_1, z_2, \dots, z_k)$$

**Этап 4.** На основе параметрических представлений управленческого решения, сформированных на третьем этапе, вырабатываются требования к мониторингу, системе обеспечения безопасности и возможностям ЛПР.

**Этап 5.** Средой , в котором размещена СОПБ, генерируются проблемы с периодичностью  $\Delta t_{\text{ПФ}}$ . На  $\lambda$  наложены ограничения вида:

$$W = \int_T \lambda(t) dt \quad (2.2)$$

**Этап 6.** Поток проблем, характеризующий спрос на деятельность СОПБ «обслуживается» информационно-управляющей системой. Информационный компонент осуществляет мониторинг и выявляет с периодичностью  $\Delta t$  (интенсивностью  $v_I$ ) потенциальные потребности в задействовании СОПБ при ограничениях на информационный ресурс:

$$V_1 = \int_T v_1(t) dt, \quad (2.3)$$

определяют зависимость базовых компонентов управления пожарной безопасности от характеристик кадрового состава, технического оснащения СОПБ и самое главное – это зависимость от тех финансовых ресурсов, которые необходимы для успешного функционирования СОПБ.

Элементы  $V_1, V_2, W$  также являются зависимостями от финансовых ресурсов, которые необходимы для успешного функционирования СОПБ.

## 2.2 Сценарии возможных пожароопасных ситуаций и построение модели управления уровнем пожарной безопасности.

Смысл возможных пожароопасных ситуаций на объектах сводится к следующему тезису.

Образовался очаг возгорания на объекте образования и науки. Он идентифицируется СОПБ и уничтожается. Если очаг получил распространение, то реализуется процесс оповещения и спасения. Оценивается время достижения факторов пожара до соответствующих фрагментов объекта, и исходя из временных ресурсов и требований гарантий выполнения решения ЛПР выбирается вариант спасения, осуществляются мероприятия по спасению.

Возникает ситуация для ЛПР когда надо, с одной стороны спасти всех людей, а с другой – знать гарантии решения этой задачи и ресурсы которые для этого необходимы.

Рассмотренный подход к функционированию СОПБ в рамках отношений двух сторон позволяет разработать совокупность конструктивных методов и моделей построения и использования компонентов системы.

Сам объект представим как параллелепипед, который содержит  $N$  фрагментов – «кубиков» в которых действует СОПБ.

Для этого еще раз обратимся к закону сохранения целостности объекта [14,15,26, 27] и для реализации условия замыкания "собираем" по всей области  $Q$  «результаты» мгновенной деятельности разрабатываемой системы применим уравнение синтеза модели и способов функционирования:

$$\int_Q \varphi(r) dr = \int_Q \Phi(u(r), v(r), r) dt = I(Q) \quad (2.4)$$

Структура множества  $Q$  является носителем возможностей и механизмов их реализации. Разрабатываемая модель СОПБ имеет конечное число взаимосвязанных элементов распределенных в пространстве и времени. Условия формирования структуры этой системы и распределения функций между ее элементами (Множество  $G$ ) было рассмотрено в [14,15,26, 27].

Обычно система (объект) имеет определенный количественный состав, распределенный в пространстве с соответствующими зонами воздействия (влияния).  $X_{q_0}, \subset X_q$  в соответствии со своими функциями размещаются на территории взаимодействующих (или противостоящих) сторон (рисунок 2.2). В данном случае это ОУ и внешняя среда.

Поэтому при непрерывном изменении времени условие трансформируется к следующему соотношению.

$$\int_Q \Phi(u(r), v(r), r) dt = \int_T \Phi(u_1(t), v_1(t), t) \cdot X_1 dt = I(t_r) \quad (2.5)$$

Множество элементов разбисния  $X_{q_0}$ , из которых сформировано множество объектов, подверженных воздействиям среды, приводящим к пожарам. Это множество и представляет сами ОУ в целом, и через него осуществляется энергетический обмен (ресурсы, финансы, мероприятия и

т.п.). Само разбиение ОУ на множество элементов представляет собой и разбиение на отдельные объекты (школы, университеты, здания, аудитории, классы и т.д.).

$I(t)$  – общее количество людей, которое надо спасти ко времени  $T$ . В случае процесса спасения – производительность характеризует количество людей спасаемых в единицу времени.

Как уже отмечалось, в каждом элементе  $X_i$  осуществляется деятельность по решению целевых задач СОПБ с производительностью  $\Phi_i(u_i(t), v_i(t), t)$ . Где  $u_i(t)$  – вектор управления, реализующий возможности СОПБ в  $i$  – ом фрагменте, а  $v_i(t)$  вектор возможностей  $i$  – го фрагмента.

Процесс управления сводится к синхронному «протягиванию» через все фрагменты разбиения воображаемой временной оси, на которой заданы определённые метки, задающие требуемые значения производительности СОПБ для данного  $i$  –го фрагмента ( $\phi_i$ )

### 2.3. Реализация технологии управления пожарной безопасностью в процессах спасения людей при пожаре.

В рамках разработанной методологии структурная схема отражающая процесс спасения людей при пожаре представлена на.

Применение методов позволило представить процесс выработки решений по управлению пожарной безопасностью при осуществлении спасения в виде трех компонентов. Далее необходимо сформировать адекватную модель управления пожарной безопасностью, в зависимости от различной социально-экономической обстановки, основанной на установлении формальной аналитической зависимости  $P_{СП} = F(\Delta t_{сп1}, \Delta t_{сп2}, \Delta t_{сп3})$  между тремя базовыми компонентами процесса спасения.

Предложенными компонентами являются:

$\Delta t_{сп2}$  – среднее время генерации потока людей, подлежащих спасению в области пожарной опасности;

$\Delta t_{gen}$  – среднее время идентификации людей в области пожарной опасности;

$\Delta t_{срл}$  – среднее время выработки управленческих решений по эвакуации.

$P_{СП}$  – показатель эффективности реализации управленческих решений по эвакуации людей.

Задавая соответствующий уровень пожарной безопасности  $P_{СП}$  имея связь этого значения с тремя базовыми характеристиками исходя из сложившейся обстановки мы можем выбрать соответствующие средства оповещения и спасения, характеристики которых напрямую связаны с «ремя дельтами б».

Процесс функционирования этой системы представляется последовательным выполнением ряда этапов.

**Этап 1.** Генерация потока людей в области пожарной опасности  $\lambda$ .

$$\lambda = \frac{1}{\Delta t_{ген/л}}$$

**Этап 2.** Выявление информационной подсистемой СОПБ людей с интенсивностью  $v_1$ .

$$v_1 = \frac{1}{\Delta t_{оп/и}}$$

**Этап 3.** Данные информационной подсистемы СОПБ об обнаруженных людях поступают в систему обработки данных и управления силами и средствами СОПБ. Действия подсистемы управления СОПБ по эвакуации людей с интенсивностью  $v_2$ .

$$v_2 = \frac{1}{\Delta t_{сп/э}}$$

Среднее время генерации людей определяется исходя обстановки, а основные этапы реализации технологии управления пожарной безопасностью представляются следующим образом.

1. Выявляется на объекте источник пожара.
2. Оценивается время достижения пожарной опасности на объекте до соответствующих мест дислокации группы людей соответствующего количественного состава.
3. Время достижения пожарной опасности деленное на количество людей в группе будет нам давать  $\Delta t_{огн}$  – среднее время генерации потока людей, подлежащих спасению в области пожарной опасности.
4. С течением времени осуществляется коррекция этой базовой характеристики.
5. Через формальную аналитическую зависимость  $P_{СП} = F(\Delta t_{огн}, \Delta t_{огн}, \Delta t_{сп})$  при известных психофизиологических характеристиках ЛПР определяется  $\Delta t_{сп}$  – среднее время эвакуации.
6. В соответствии со значением  $\Delta t_{сп}$  ЛПР выбирает вариант эвакуации соответствующего человека (группы людей).
7. Процесс осуществляется итерационно до полной эвакуации всех людей.

На основе предложенного алгоритма решений по спасению людей разработана структурно-функциональная схема информационно-управляющей системы при наступлении пожара.

При принятии решений по эвакуации выявленных людей существуют три вида эвакуации: через основной выход – с интенсивностью  $v_2^O$ , через аварийный выход – с интенсивностью  $v_2^A$ , через пути экстренной эвакуации – с интенсивностью  $v_2^Э$ .

*Основные этапы формирования требований к системе спасения людей при пожаре.*

#### *1. Задание основного показателя требования к системе спасения.*

Руководство задаёт показатель эффективности управления. Показателем эффективности управления является вероятность

идентификации проблемы возникающей перед ЛПР и выдача команды на её решение.

## ***2. Выделение базовых критериев.***

Зная вероятность того, что возникшая проблемы перед ЛПР идентифицирована и нейтрализована зависит от трёх базовых компонентов управленческого решения  $\Delta t_{ср:н}$ ,  $\Delta t_{ср:л}$ ,  $\Delta t_{ср:д}$ . Определим их через соответствующие соотношения.

## ***3. Формирование основных требований к техническому оснащению.***

Зная, что  $\Delta t_{ср:н} = \Delta t_{чф}^{НЛР} + \Delta t_{тс}^{НЛР}$  и  $\Delta t_{ср:д} = \Delta t_{чф}^{БР} + \Delta t_{тс}^{БР}$  мы предъявляем требования к этим основным компонентам.

Если нам известны характеристики человеческого фактора, то мы можем предъявить требования к характеристикам технического оснащения.

## ***4. Формирование основного требования к кадровому составу.***

Зная, что  $\Delta t_{НЛР} = \Delta t_{чф}^{НЛР} + \Delta t_{тс}^{НЛР}$  и  $\Delta t_{БР} = \Delta t_{чф}^{БР} + \Delta t_{тс}^{БР}$  мы предъявляем требования к этим основным компонентам.

Если нам известны характеристики технического оснащения, то мы можем предъявить требований к необходимому кадрового составу.

## ***5. Нормирование основных этапов формирования требований к системе спасения людей при пожаре.***

Все четыре этапа упорядочены заданной ЛПР вероятностью идентификации каждого человека и его эвакуация из области пожарной опасности в область пожарной безопасности соотношением  $P_{сд} = F(\Delta t_{ср:н}, \Delta t_{ср:л}, \Delta t_{ср:д})$ .

## **2.4. Управление эвакуацией людей из зданий при возникновении пожара.**

Управление эвакуацией людей из зданий при возникновении пожара осуществляется при помощи СОУЭ — систем оповещения и управления эвакуацией, основное назначение которых заключается в предупреждении

находящихся в здании людей о пожаре или другой аварийной ситуации и управлении процессом эвакуации.

Своевременное оповещение людей и управление эвакуацией обеспечивается путем разработки структуры СОУЭ, соответствующей типу здания, выбора технических средств и их размещения с учетом обеспечения условий безопасности.

Своевременное оповещение людей о пожаре обеспечивается посредством применения малоинерционных средств обнаружения пожара; размещения пожарных извещателей в помещениях, в которых наиболее вероятно возникновение пожара, и на путях возможного распространения продуктов сгорания; предварительного анализа возможных ситуаций для оценки максимально допустимого времени срабатывания СОУЭ; разработки структурной схемы СОУЭ и подбора технических средств, обеспечивающих допустимое время срабатывания системы, применения поэтапного оповещения различных групп людей в здании.

Структурная схема СОУЭ представлена на рисунке 2.1.

СОУЭ классифицируются на проводные, использующие провода для передачи сигнала о пожаре по проводам и кабелям, и беспроводные, использующие передачу сигнала о пожаре по радиоканалу. Кратко рассмотрим особенности этих систем.

К сожалению, прописанные в рекомендуемых нормах правила устройства СОУЭ, не выверены между собой и иногда противоречат друг другу. В частности, эффект использования огнестойких кабелей сводится к неустойчивости к высокой температуре узлов сопряжения и громкоговорителей проводной системы.

СОУЭ должно отвечать самому главному требованию: сообщение, передаваемое по системе оповещения, должно быть услышано и полностью готово к восприятию адресатом. Это требование необходимо принимать во внимание, когда система СОУЭ находится в стадии проекта.

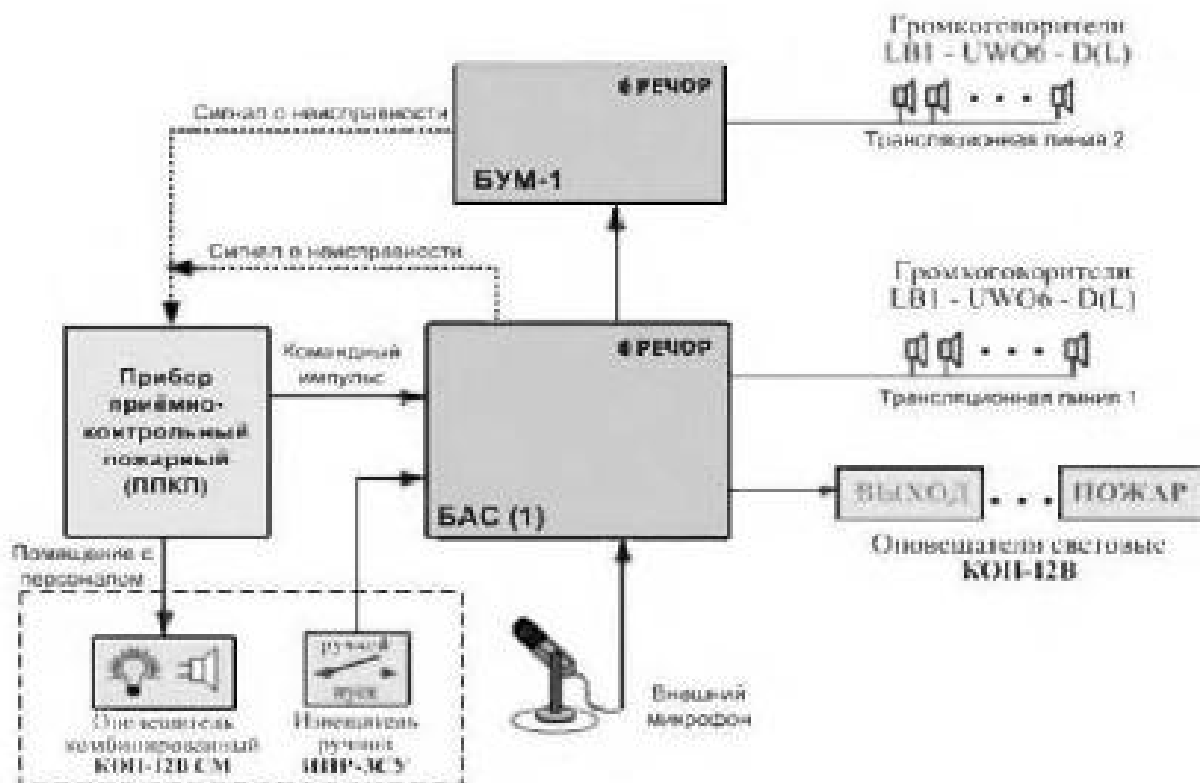


Рисунок 2.1 – Общий вид структурной схемы СОУЭ.

Качество звука не является для СОУЭ главной характеристикой, поскольку в вопросе спасения жизни людей в первую очередь необходимо срабатывание системы оповещения в критический момент. Неважно, сколько раз за всю свою историю существования на объекте срабатывает СОУЭ, а важно, чтобы она сработала, когда это будет необходимо. За длительное время простоя без работы любое устройство может выйти из строя, поэтому к оборудованию СОУЭ должны применяться специальные требования по надежности применяемого оборудования.

В разработанной методике мы предлагаем определять надежность СОУЭ по следующим критериям:

- возможность мониторинга системы оповещения и управления эвакуацией, при котором система производит самостоятельный мониторинг всех компонентов и при обнаружении неполадки выдает сообщение об этом на пульт управления;

- устойчивость к внешним воздействиям, для чего необходимо систему размещать в таких точках, к которым доступ посторонних людей затруднен. При слишком большой территории объекта для одной системы оповещения рекомендуется создавать несколько автономно работающих мини-систем;

- возможность автономной работы СОУЭ, т. е. гарантированная работа в течение всего времени эвакуации персонала и посетителей объекта из здания. В частности, это вопрос обеспечения электропитания.

Большинство зданий современной постройки имеет много этажей и корпусов, из которых сложно организовать эвакуацию. Человек подсознательно при получении сигнала тревоги ищет выход там, где расположен вход, а это может привести к путанице и неразберихе. Использование СОУЭ в подобных случаях спасает жизни, проводя эвакуацию поэтапно. При применении разработанной нами методики спроектированная и реализованная СОУЭ будет обеспечивать эвакуацию эффективно благодаря трансляции направляющих речевых сообщений и световых сигналов, которые для каждой ситуации выбираются в определенном порядке. При этом требуется учитывать все возможные осложнения, отменив их на «дерево событий», которые могут возникать при эвакуации больших групп людей.

Из-за отсутствия четких нормативов и требований к системам оповещения и управления в российском законодательстве внедрять разработанную нами методику необходимо постепенно, ориентируясь на достижение требуемой величины пожарного риска.

Выделим два основных свойства пожарной сигнализации - надежность и живучесть. Надежность систем пожарной сигнализации определяется несколькими факторами. Если при современном уровне развития техники удовлетворительная достоверность обнаружения пожара может быть достигнута при любом способе построения систем, то с ложными тревогами дело обстоит иначе. Здесь необходимо обратить внимание на ложные тревоги, связанные с наведенными электромагнитными помехами в линиях

связи, присоединительных линиях и шлейфах сигнализации. Прежде всего, это ложные тревоги, возникающие в результате реакции приемно-контрольного прибора на помехи, наведенные в шлейфе сигнализации. Два других вида помех, связаны с проводными дымовыми пороговыми извещателями. В этом случае проводная система будет скорее постоянно беспокоить, чем обеспечивать пожарную безопасность. Надежность систем проводной сигнализации тем выше, чем короче общая длина проводных линий.

В последнее время взгляд на живучесть пожарной сигнализации был пересмотрен: пришло понимание, необходимости обеспечения работоспособности системы пожарной сигнализации на все время, необходимое для эвакуации людей из зданий и помещений. Каким образом можно повысить живучесть СОУЭ? Принципиальное качество телекоммуникационных систем - их многосвязанность, и в этом их существенное преимущество перед проводными.

### **3 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЙ УПРАВЛЕНИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПОВЫШЕННОЙ ПЛОТНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ ЛЮДЕЙ.**

Для обеспечения управления системой оповещения и спасения людей при пожаре в целом необходимо подразделить её на ряд подсистем. Эти подсистемы образуют механизм управления, представляющий собой совокупность органов управления, средств, методов и инструментов, с помощью которых они воздействуют на объект управления для гарантированного достижения стоящей перед системой цели.

Процесс обеспечения пожарной безопасности на объектах сферы науки и образования реализуется технологией управления пожарной безопасностью в условиях дефицита времени и пространства.

Технология управления пожарной безопасностью есть преобразования информационных и деятельностных ресурсов лица принимающего решение (ЛПР) адекватного обстановке при ограничениях на информационные, деятельностные, финансовые ресурсы и ресурсы обстановки в интересах обеспечения требуемого уровня пожарной безопасности.

Уровень пожарной безопасности оценивается показателем эффективности деятельности системы обеспечения пожарной безопасности – вероятностью ( $P$ ) того, что

- каждый очаг пожара будет гарантированно выявлен и погашен;
- или, если не погашен, то

- каждый человек находящийся в области пожарной опасности гарантированно идентифицирован и эвакуирован в область пожарной безопасности.

Основа управления – решение руководителя. Умея определить, исходя из сложившейся обстановки и располагаемых сил и средств, уровень пожарной безопасности, руководитель способен выработать адекватное решение по обеспечению пожарной безопасности на объекте.

При обеспечении пожарной безопасности на объектах сферы образования и науки необходимо осуществлять деятельность руководителем в трёх базовых направлениях:

- идентификация очага возгорания и его ликвидация;
- оповещение о пожарной опасности (в случае не ликвидации очага);
- спасение людей при пожаре (эвакуация людей из области пожарной опасности в область пожарной безопасности).

Процесс обеспечения пожарной безопасности на объектах сферы науки и образования реализуется технологией управления пожарной безопасностью на основе трёх процессов более низкого уровня иерархии.

1. Процесс идентификации очага возгорания и его ликвидация.
2. Процесс оповещения о пожарной опасности (в случае не ликвидации очага).
3. Процесс спасения людей при пожаре.

Эффективность оповещения людей при пожаре оценивается показателем эффективности деятельности системы оповещения – вероятностью (РОП) того, что каждый очаг возгорания гарантированно идентифицирован и этот факт гарантированно доведён до заинтересованных лиц.

Эффективность спасения людей при пожаре оценивается показателем эффективности деятельности системы спасения – вероятностью (РСП) того, что каждый человек в области пожарной опасности гарантированно идентифицирован и эвакуирован в область пожарной безопасности.

### **3.1. Исследование и анализ существующих средств и методов спасения людей при пожаре.**

Рассмотрим средства спасения, которые могут применяться в случаях пожара для спасения людей из зданий, еще до прибытия пожарных расчетов самими пострадавшими лицами структура и варианты спасения показана на схеме.

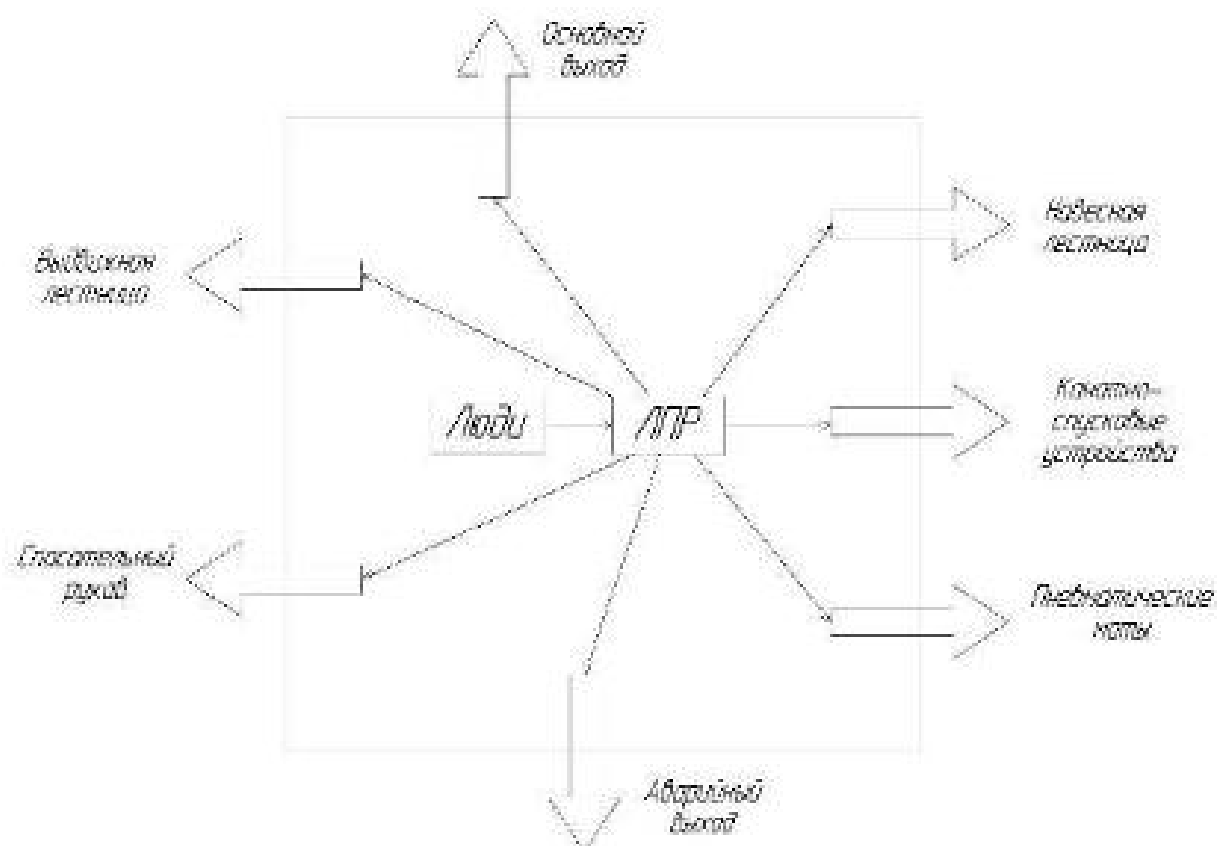


Рисунок 3.1 – Модель управления эвакуацией людей при пожаре.

Лестница навесная спасательная «ЛНС-00» (число после аббревиатуры означает длину лестницы в метрах) обеспечивает возможность экстренного спуска людей из окна (балкона, лоджии) здания на землю или на нижерасположенные этажи при возникновении чрезвычайной ситуации.

Тетивы лестницы, на которых закреплены металлические ступеньки, изготовлены из стального оцинкованного каната. В верхней части лестницы тетивы сведены в трос, заканчивающийся петлей. На части ступенек с определенной периодичностью установлены пластмассовые упоры, предназначенные для отвода ЛНС от стены, что повышает безопасность и удобство спуска людей.

Лестница веревочная спасательная «ЛВС». Тетивы изготовлены из полиамидной веревки диаметром 8 мм, на которой закреплены деревянные ступени диаметром 30 мм. Верхняя часть тетивы заканчивается петлей и

карабином. Длина лестницы от 5 до 30 м. Допустимая нагрузка - 320 кг, разрывная нагрузка - 820 кг.

Навесная спасательная лестница УСЛ «Шанс». Лестницы обладают исключительными преимуществами и сводятся к:

применению негорючих материалов, обеспечению повышенной жесткости системы, по мере ее нагрузки;

снижению горизонтальных и вертикальных колебаний лестницы по фасаду здания при спуске по ней людей.

В итоге гибкая лестница в нагруженном состоянии представляет собой стабильную конструкцию, что в экстремальной ситуации очень важно. УСЛ «ШАНС» широко применяется в России и СНГ в гостиницах, кемпингах, общежитиях, школах интернатах и в других общественных зданиях.

Лестница состоит из стального мягкого оцинкованного троса диаметром 5мм, ступеней диаметром 25 мм, вертикальных стоек диаметром 8 мм и упоров, фиксирующих лестницу на определенном расстоянии от стены здания. Все несущие детали выполнены из специальных жароустойчивых и сверхпрочных сплавов. Крепится лестница карабинами к анкерным устройствам, предварительно устанавливаемым в стенах под подоконником или над оконным проемом.

Складная полсарная спасательная лестница моделей КЕЛ-15 и КЕЛ-25. Тетивы КЕЛ-5 изготовлены из ленты, КЕЛ-25 - из стальной цепи, благодаря чему в сложенном виде это изделия предельно компактны. Верхние концы тетивы оборудованы специально сформированными кронштейнами-крюками, которые надеваются на нижнюю часть оконного проема и упираются в стену с обеих сторон.

Основные недостатки:

- отсутствие страховки человека, который спускается по лестнице;
- отсутствие дублирования точки крепления лестницы;
- малый диапазон использования по высоте;
- затрудненность использования при сильном ветре.

Основные достоинства:

- компактность;
- простота использования

#### ***Пневматическое спасательное устройство.***

«Куб жизни». Прыжковое устройство «Куб Жизни» («Каскад 5», «Самоспас») обеспечит мягкое и комфортное приземление с 20-ти метровой высоты безопасным.

Изготовлено из отечественных огнестойких материалов с применением самых современных оборонных технологий.

Основным предназначением данной конструкции является эвакуация людей с верхних этажей горящих зданий.

#### ***Натяжное Спасательное Полотно (НСП).***

По периметру НСП оборудовано 16-ю лямками для растягивания полотна. НСП позволяет спасателям подхватить человека массой 100 кг, выпрыгнувшего из окна с высоты до 8 м.

#### ***Спасательный (пожарный) рукав.***

Устройства спасательные рукавные - изделия, принцип работы которых основан на создании достаточной силы трения за счет обжатия рукавом движущегося в нем тела.

Спуск в спасательном рукаве может осуществить любой человек, не обладающий специальной подготовкой. Скоростью спуска легко управлять путем разведения (сведения) локтей и коленей, ее значение составляет от 1 до 3-х м/с. Операторы, находящиеся на земле, при необходимости могут управлять скоростью и траекторией спуска спасаемых путем закручивания рукава или оттягивания нижнего конца рукава в сторону. Этим же приемом можно пользоваться для спуска материальных ценностей.

Устройства спасательные рукавные (УСР) в сравнении с другими спасательными устройствами являются наиболее надежными и безопасными, так как:

- обеспечивают спасение людей практически с любой высоты существующих зданий;
- сохраняют работоспособность при любых погодных условиях, климате, времени года и суток;
- приводятся в рабочее положение за минимальное время (10-20 с);
- обладают большой пропускной способностью;
- обеспечивают защиту спасаемых от теплового воздействия;
- не требуют тренировки и обучения спасаемых, а также специального снаряжения для них;
- обеспечивают возможность спасения людей любого возраста и пола независимо от их физического и психологического состояния;
- снижают страх высоты у спасаемых благодаря тому, что при входе в УСР и внутри спасательного рукава человек не видит внешнего пространства;
- позволяют начинать спасение людей до прибытия подразделений пожарной охраны.

УСР может быть размещено как снаружи, так и внутри здания с входом с одного или нескольких уровней одновременно. Конструкции устройств данного типа разрабатываются для каждого конкретного типа планировки здания или отдельного помещения.

Наиболее дешевыми и распространенными рукавными спасательными устройствами являются устройства капсульного типа. В УСР капсульного типа вход в рукав осуществляется с одного уровня. Спуск в спасательном рукаве и выход из него осуществляется снаружи здания. Такой рукав хранится в сложенном виде внутри контейнера (капсулы), установленного на поворотной или стационарной площадке и, при необходимости, может быть развернут в течение нескольких секунд.

Пропускная способность УСР на выходе из спасательного рукава для людей, не имеющих навыков спуска в таком устройстве, составляет, как правило, не более 10 чел./мин.; для прошедших предварительные тренировки она может достигать 20 чел./мин.

УСР капсульного типа применяются в тех случаях, когда речь идет о необходимости спасения людей с одного этажа, с кровли здания или из определенного помещения. Недостатком таких устройств является невозможность одновременного входа людей в спасательный рукав с других этажей здания.

Наиболее эффективно и надежно спасательные рукава могут быть использованы в случае их стационарного размещения в здании в состоянии, готовом к немедленному использованию. Это шахтный тип конструкции УСР.

Шахтное УСР включает в себя несколько спасательных рукавных устройств, последовательно расположенных один над другим так, что нижний конец верхнего рукава входит во входную горловину нижнего. Край горловины каждого спасательного рукава расположен на уровне пола соответствующего этажа здания.

УСР шахтного типа позволяет людям входить в рукав спасательный со всех этажей здания одновременно. Полностью готовое к эксплуатации устройство занимает около 1м площади пола каждого этажа. Приточная вентиляция позволяет создавать внутри шахты избыточное давление, обеспечивая ее дымозащиту. Такая конструкция устройства наиболее предпочтительна для гостиниц, общежитий, универсальных магазинов, больниц и других зданий с массовым пребыванием людей.

Автоподъемники (АП) и автолестницы (АЛ), укомплектованные площадками для крепления спасательного рукавного устройства, оснащаются секционными рукавами, позволяющими спасать людей с любой высоты в зоне досягаемости. Секционный рукав представляет собой комплект последовательно соединенных карабинами спасательных рукавов - секций.

В режиме ожидания секционный рукав спасательный в укладочном мешке хранится в специально отведенном отсеке на борту АП или АЛ. Для приведения рукава в рабочее положение необходимо установить его входную горловину в гнездо площадки, закрепленной на вершине АП или АЛ, и подать к месту нахождения людей, нуждающихся в экстренной эвакуации. Операторы, находящиеся на земле, отсоединяют лишние секции так, чтобы нижний край рукава находился на высоте от 1,5 до 0,5 м от земли.

С использованием спасательного рукава эффективность АП и АЛ при выполнении операции спасения увеличивается не менее, чем в три раза. Для оборудования зданий рукавом спасательным разработано несколько вариантов конструкций, устройств спасательных рукавных (УСР), обеспечивающих возможность монтажа в просме окна, на балконе, на крыше и т.д.

Однако в связи с тем, что места установки УСР на всех зданиях и сооружениях (даже типовых) имеют различные архитектурные и планировочные схемы, проектирование и изготовление УСР осуществляется только по индивидуальным заданиям на основании исходных требований заказчиков.

#### *Устройства канатно-спусковые пожарные.*

Существующие канатно-спусковые пожарные устройства можно классифицировать по следующим типам:

- с тормозным устройством (центробежным, инерционным, гидравлическим или др.), обеспечивающим автоматическое поддержание заданной скорости спуска (УКСПа). Можно выделить следующие:

##### Самоспасатель «Барс».

Устройство канатно-спусковое пожарное автоматическое Барс - устройство, предназначенное для экстренной эвакуации людей из зданий и других высотных сооружений в аварийной ситуации. Для его использования не требуется обучение и специальные навыки. Самоспасатель Барс не

требует какой-либо регулировки (вне зависимости от веса человека) и поддерживает постоянную скорость спуска.

#### *Самоспасатель «Венто».*

Самоспасатель «Венто» предназначен для эвакуации при пожаре и других чрезвычайных ситуациях в многоэтажных домах и сооружениях. Самоспасатель «Венто» имеет малый вес и небольшие размеры, что позволяет легко устанавливать его на стационарную точку крепления.

#### *Система эвакуации «DoubleExit».*

Система эвакуации «DoubleExit» встраивается в определенную гипсовую или деревянную стену, а также в любую другую нишу, подходящую для этого.

Автоматическая система спуска используется для управляемого спуска эвакуируемого на зафиксированной скорости.

Спуск производится эвакуируемым, на котором надета спасательная амуниция, прикрепленная к стальному армированному тросу определенной длины, выходом из здания через окно или балкон.

#### *Система экстренной эвакуации «Spider».*

Система экстренной эвакуации «Spider» в помещении устанавливается на полу и помещается в специальный футляр. При пожаре остается только вынуть спасательную косынку и прикрепить ее карабином к спасательному тросу. Надежность системе спасения «Spider» обеспечивает гидравлический тормоз. Для надежности система снабжена и фрикционным механическим тормозом, который дублирует гидравлический. Система экстренной эвакуации «Spider» - это одно из наиболее удачных и надежных средств экстренной эвакуации людей из высотных зданий выпускаемых серийно. Для эвакуации с помощью «Spider» вам не потребуется ни альпинистская подготовка, ни ловкость десантника. Вам необходимо только надеть спасательную косынку и, прикрепив ее к устройству «Spider», спокойно выйти в окно. Устройство само обеспечит Вам равномерный спуск вниз со

скоростью не более 1,8 метра в секунду. С помощью системы «Spider» может спокойно спуститься и инвалид и мать с ребенком.

Устройство эвакуации «YS-E-16».

Устройство эвакуации «YS-E-16» предназначено для спасения людей из высотных зданий в чрезвычайных ситуациях.

«YS-E-16» - устройство с автоматическим регулированием скорости спуска. Эта система может быть установлена в любом помещении с выходом наружу здания. Устройство предназначено для индивидуального и группового спасения людей и не требует специального обучения или подготовки.

Устройство эвакуации при пожаре Автоматическая Система Спуска «Life Line». предназначено для индивидуального и группового спуска людей из многоквартирных зданий и сооружений в чрезвычайных ситуациях.

Система «Life Line» работает по принципу канатно-спускового устройства качельного типа - пока спускается один человек, второй конец троса поднимается вверх, на нем спускается второй человек и т.д. Доступна в эксплуатации, позволяет повторное использование поочередно, если необходимо эвакуировать много людей, имеет большой запас прочности, работает автоматически и независимо от веса человека (до 140 кг), опускает его до земли с неизменной скоростью (средняя около 1м/сек), без ускорения, используя вес самого эвакуируемого.

Автоматическая спусковая система «IC-301».

Автоматическая спусковая система используется для спасения людей с высоты в чрезвычайных ситуациях (пожар, землетрясения или акты терроризма). Это автоматическое устройство контроля спуска с высоты с медленной скоростью. Система оснащается тросом с различной длиной с тормозным устройством (рычажным, эксцентриковым, винтовым или др.), обеспечивающим ручное регулирование скорости спуска (УКСИр).

Система индивидуального спасения «Самоспас».

Система индивидуального спасения - устройство для индивидуального спасения при пожаре и чрезвычайных ситуациях. Спасательный комплект состоит из шнура, спускового устройства и петель крепления. На заранее подготовленный штырь крепится шнур. В зависимости от комплектации на шнуре может располагаться от 1-го до 3-х спусковых устройств.

Шнур изготавливается из прочных термостойких арамидных волокон, используемых в космической промышленности.

Комплект спасательного снаряжения, комплект спасательный высотный.

«КСС» («КСВ») разработан и серийно изготавливается в ФГУ ВНИИПО МЧС России.

Комплект спасательного снаряжения «КСС» («КСВ») позволяет проводить эвакуацию людей из высотных зданий по веревке силами спасателей или самостоятельно. Максимальная высота спуска - 30 (50) метров.

Пожарно-спасательная система «Слип-Эвакуатор».

Пожарно-спасательная система «Слип-Эвакуатор» модель «Качели» предназначена для: организации поточной эвакуации профессиональными пожарными пострадавших при пожарах, спуска людей (грузов) из высотных зданий, сооружений, вертолетов, палуб кораблей, нефтяных вышек, мостовых и портовых кранов и т.д., выполнения операции спасения, выполнения специальных задач при экстремальных ситуациях.

Комплект спасательного снаряжения «FIREXIT».

Комплект спасательного снаряжения «FIRExit», предназначен для экстренной аварийной эвакуации людей из зданий и других высотных сооружений в аварийной ситуации. Для использования комплекта спасательного снаряжения «FIRExit» не требуется обучение и специальные навыки. Комплект спасательного снаряжения «FIRExit» не требует какой-либо регулировки - вне зависимости от веса человека.

Самоспасатель «Бобринских».

Самоспасатель «Бобровских», предназначен для экстренной самозвакуации человека через окно или с балкона (лоджии) горящих помещений и многоэтажных зданий, когда лестничные марши и проходы сильно задымлены или обрушены.

Подручные средства и инвентарь.

Для организации импровизированной «веревки» можно использовать любой подручный материал: силовые провода компьютеров и техники, занавески, шторы и т.д. Очень хорошо для спуска подходит пожарный рукав (шланг), предназначенный для подачи воды. Он рассчитан на высокое давление, поэтому могут выдерживать большие нагрузки, а большая площадь поверхности создает повышенное трение при спуске.

*Устройства, не отвечающие требованиям безопасности.*

Многоразовый тфп.

Устройство, предназначенное для экстренной самостоятельной эвакуации группы лиц, оказавшихся в экстремальной ситуации в помещении, расположенном на высотном этаже многоэтажного здания.

Спасательное спусковое устройство «СУ-1 Форсард» и «СУ-2 Реверс».

Устройство вертикально спуска на стальном канате, многоразовое, мобильное, автоматическое для быстрой аварийной эвакуации с высоты любого неподготовленного человека.

Самоспасатель «Шанс» (Омск).

Научно-технический центр «Бета» Омского аэрокосмического объединения «Полет» сконструировал самоспасатель «Шанс». Под подоконником крепится цилиндр, внутри которого в жаропрочной жидкости хранится эластичный трос. В случае тревоги один его конец прищелкиваем к батарее, другой обворачиваем вокруг себя и выпрыгиваем в окно. Под тяжестью тела трос будет выходить из цилиндра со скоростью 2,3 метра в секунду.

Все УКСН должны крепиться на подготовленные точки страховки, законодательно необходимость их создания заранее оговаривается лишь в ТСН 31-332-2006.

Итак рассмотренные средства спасения имеют свои достоинства и недостатки. До сих пор лишь некоторые из устройств нашли массовое применение.

Основная проблема заключается в неподготовленности, неграмотности, неосведомленности работников государственных образовательных учреждений и их учащихся в использовании существующих средств спасения.

Современные условия диктуют необходимость создания недорогого универсального спасательного устройства, которое могло бы применяться без специальных навыков и знаний; позволяло бы осуществлять эвакуацию с верхних этажей высотных зданий; сводило эвакуацию к минимальному риску; также могло использоваться пожарными и рекомендовалось бы при строительстве. Это позволило бы начинать эвакуацию еще до прибытия пожарных, повысило бы травмобезопасность, не требовало присутствия пожарных в труднодоступных местах.

Добиться этого можно благодаря проведению регулярных тренировок и учений с использованием средств индивидуальной и коллективной эвакуации в случае пожара, отработке порядка действий в случае пожара.

### **3.2. Рекомендации по проведению спасательных работ.**

Необходимыми требованиями для проведения спасательных работ является надёжность снаряжения, достаточная квалификация и понимание, и убежденность в гарантированности достижения цели оповещения и спасения при пожаре.

Успех проведения спасательных (самоспасательных) работ может быть достигнут только в том случае, если достаточное время будет уделяться не

только отработки навыков применения средств оповещения и спасения, но и психологической, тактической и физической подготовке исполнителей.

Тактика проведения оповещения и спасения включает в себя [12]:

- оценивание обстановки;
- выбор адекватных способов оповещения и спасения;
- расчёт необходимых сил и средств;
- выбор и организацию мест и способов закрепления средств оповещения и спасения;
- постановку конкретных задач перед участниками процесса оповещения и спасения;
- определение способов связи;
- контроль и координацию проведения работ на всех этапах.

Проблематично предусмотреть все ситуации, возникающие при проведении оповещения и спасения людей при пожаре. Поэтому важное значение имеет решение разнородных ситуационных задач с последующей разработкой их поэлементно и в комплексе, с регулярной отработкой на практических занятиях.

Предложением по спасению людей при пожаре в государственном образовательном учреждении со стороны автора дипломной работы является проведение регулярных занятий с потенциальными участниками процесса оповещения и спасения позволяет выработать умение быстро приспосабливаться к особенностям обстановки, выбирать наиболее безопасный и удобный способ проведения работ необходимое снаряжение.

Полученные результаты в процессе проведения регулярных занятий с потенциальными участниками позволяют [13]:

- создать стенд для полунатурных испытаний современных средств оповещения и спасения людей при пожаре на объектах образования и науки в интересах выявления экспериментальным путем условий обеспечения пожарной безопасности;

- осуществить научно обоснованное обследование объектов образования и науки в интересах их оснащения современными средствами оповещения и спасения при пожаре, в интересах обеспечения требуемого уровня пожарной безопасности;

- осуществить научно-техническое сопровождение работ по оснащению объектов образования и науки современными средствами оповещения и спасения при пожаре в условиях ограничения времени и пространства.

Основными задачами по спасению людей при пожаре в государственном образовательном учреждении являются следующие:

- оснащение образовательных учреждений всех типов и видов современным противопожарным оборудованием, средствами защиты и пожаротушения;

- создание региональных центров обеспечения безопасности образовательных учреждений;

- оценка технического состояния зданий, сооружений и инженерных систем образовательных учреждений и разработку рекомендаций по повышению уровня этого состояния до требований существующих норм и правил;

- разработка предложений по развитию и совершенствованию нормативной, правовой и методической документации по обеспечению безопасности образовательных учреждений;

- организация обучения и переподготовки кадров, ответственных за безопасность образовательных учреждений; разработку требований, норм и регламентов по обеспечению надежной безопасности для всех вновь проектируемых и реконструируемых образовательных учреждений и прочее.

Решение вышеперечисленных задач позволит в конечном итоге способствовать усилению мер по повышению безопасности образовательных учреждений, снижению рисков возникновения пожаров, аварийных ситуаций, травматизма и гибели людей, экономии на этой основе

государственных расходов и получению значительного социально-экономического эффекта. Запланированные и реализуемые мероприятия по обучению детей и подростков элементарным требованиям пожарной безопасности направлены на снижение в целом по стране количества пожаров, происходящих по причине шалости с огнем.

### 3.3 Физическая культура на производстве.

Физическая культура на производстве – важный фактор ускорения научно-технического прогресса и производительности труда.

Основным средством физической культуры являются физические упражнения, направленные на совершенствование жизненно важных сторон индивидуума, способствуя развитию его двигательных качеств, умений и навыков, необходимых для профессиональной деятельности. С этой целью используются следующие способы и методы по развитию физических способностей:

- ударные дозированные движения в вынужденных позах;
- выработка вращательных движений пальцев и кистей рук;
- развитие статической и динамической выносливости мышц пальцев и кистей рук;
- развитие ручной ловкости, кожной и мышечно-суставной чувствительности, глазомера;
- развитие силы и статической выносливости позных мышц спины, живота и разгибателей бедра;
- развитие точности усилий мышцами плечевого пояса.

Занятия по физической культуре на производстве должны включать различные виды спорта, благодаря которым сохраняется здоровье человека, его психическое благополучие и совершенствуются физические способности. Творческое использование физкультурно-спортивной деятельности в этих условиях направлено на достижение жизненно-важных и профессиональных целей индивидуума.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Процесс обеспечения пожарной безопасности на объектах сферы науки и образования реализуется технологией управления пожарной безопасностью в условиях дефицита времени и пространства.

Технология управления пожарной безопасностью есть преобразование информационных и деятельностных ресурсов лица принимающего решение (ЛПР) адекватного обстановке при ограничениях на информационные, деятельностные, финансовые ресурсы и ресурсы обстановки в интересах обеспечения требуемого уровня пожарной безопасности.

Уровень пожарной безопасности оценивается показателем эффективности деятельности системы обеспечения пожарной безопасности – вероятностью того, что:

- каждый очаг пожара будет гарантированно выявлен и погашен;
- или, если не погашен, то
- каждый человек находящийся в области пожарной опасности гарантированно идентифицирован и эвакуирован в область пожарной безопасности.

Основа управления – решение руководителя. Умев определить, исходя из сложившейся обстановки и располагаемых сил и средств, уровень пожарной безопасности, руководитель способен выработать адекватное решение по обеспечению пожарной безопасности на объекте.

При обеспечении пожарной безопасности на объектах сферы образования и науки необходимо осуществлять деятельность руководителем в трех базовых направлениях:

- идентификация очага возгорания и его ликвидация;
- оповещение о пожарной опасности (в случае не ликвидации очага);
- спасение людей при пожаре (эвакуация людей из области пожарной опасности в область пожарной безопасности).

В условиях пожарной опасности начинается массовое перемещение людей. В условиях массового перемещения людей при ограниченном времени и пространстве

Определяющим показателем неупорядоченного движения является пропускная способность определённых мест дислокации людей при эвакуации на пожаре. При этом надо понимать что создание очереди (замедление процесса эвакуации) способствует созданию паники, которая является определяющим фактором травматизма.

Установлено, что известные модели эвакуации двухкомпонентные. Они основаны на неупорядоченной эвакуации людей. Что приводит к панике. Обосновано и показано, что предложенная 3-х компонентная модель позволяет как упорядочивать, так и гарантировать результат эвакуации.

3-х компонентная модель позволила разработать предложения по использованию модели упорядоченного гарантирующего действия для спасения людей при пожаре администрацией государственного образовательного учреждения.

Отмеченные факты свидетельствуют о том, что большинство руководителей различного звена образовательных учреждений и сами учащиеся небрежно относятся к своей безопасности, плохо владеют элементарными мерами пожарной безопасности, а уполномоченные федеральные органы исполнительной власти, органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органы местного самоуправления действенных мер по обучению правилам пожарной безопасности не предпринимают.

Для выхода из сложившейся обстановки необходимо неукоснительно руководствоваться Федеральным законом от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (далее – Закон № 123-ФЗ), в котором введены новые подходы к обеспечению пожарной безопасности.

Основными задачами технического регламента являются:

- комплексное обеспечение пожарной безопасности объектов защиты, в т. ч. имущества физических или юридических лиц, государственного и муниципального имущества;

- установление минимально необходимых требований пожарной безопасности к различным видам продукции;

- внедрение системы гибкого нормирования в области пожарной безопасности в результате использования механизмов оценки пожарного риска, широко применяемых в наиболее развитых странах;

- повышение уровня пожарной безопасности людей и защищенности имущества собственников вследствие оптимизации системы требований пожарной безопасности;

- установление общих требований пожарной безопасности к пожарнотехнической продукции и продукции общего назначения;

- упрощение системы нормативных документов по пожарной безопасности путем концентрации обязательных требований в области пожарной безопасности в одном законодательном акте РФ;

обеспечение объективности и прозрачности процедур надзора за выполнением требований пожарной безопасности, выработка действенных мер, направленных на повышение персональной ответственности инспекторского состава за состоянием пожарной безопасности.

Основные положения подхода реализованы в методических рекомендациях и инструктивных материала по применению современных средств оповещения и спасения людей, в том числе современных пневматических многоконтурных спасательных матов при пожарах на объектах сферы науки и образования, включающие:

- общий подход к разработке методических рекомендаций и инструктивных материалов по применению средств оповещения и спасения людей, направленный на определение базовых количественных характеристик гарантированного обеспечения пожарной безопасности;

- вариант реализации технологии управления пожарной безопасностью в процессах спасения людей при пожаре;
- вариант реализации технологии управления пожарной безопасностью в процессах оповещения людей при пожаре.
- методические рекомендаций и инструктивных материалов по применению современных средств оповещения людей;
- требования пожарной безопасности к системе оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре;
- требования пожарной безопасности к звуковому и речевому оповещению и управлению эвакуацией людей;
- требования пожарной безопасности к световому оповещению и управлению эвакуацией людей;
- определение типов систем оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре для зданий и сооружений различного назначения;
- варианты систем оповещения и управления эвакуацией и их технические реализации;
- варианты систем самоспасения с высоты для неподготовленных людей;
- варианты устройств прыжковых спасательных средств (пневматические маты);
- варианты размещения точек крепления спасательных средств и требования к ним;
- обеспечение безопасности людей и варианты решения проблемы самостоятельной эвакуации при ЧС;
- средства спасения (самоспасания) в условиях задымления помещений.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аргамонов В.С., Моторин А.В., Уткин П.И. и др. Элементы превентивного управления рисками при эксплуатации системных объектов: Монография. СПб.: Санкт-Петербургский институт ГПС МЧС России; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2003. - 132с.
2. Брушлинский Н.Н., Кафидов В.В., Козлячков В.И. и др. Системный анализ и проблемы пожарной безопасности народного хозяйства. –М.: Стройиздат, 1998. -413 с.
3. Бурлов В.Г. Методологические основы моделирования социально-экономических и политических процессов. –С-Пб. С-ПбГПУ, 2006. -287с.
4. Бурлов В.Г. Методы построения систем поддержки принятия решения, основанные на логико - алгебраической системной концепции математики, (Тезисы доклада) НТК 28-29 10, - С-Пб; ВКУ им. А.Ф. Можайского, 1999.
5. Бурлов В.Г., Матвеев А.В., Матвеев В.В., Потапов В.В. Основы теории анализа и управления риском в чрезвычайных ситуациях. – Санкт-Петербург, 2003.
6. Бурлов В.Г., Матвеев А.В. Основа гарантированного управления риском – структурно-функциональный синтез модели потенциально опасного объекта. Фундаментальные исследования в технических университетах. Секция «Национальная безопасность».: -С-Пб. СПбГУ, 2002.
7. Вентцель Е.С. Исследование операций. - М., Наука. 1969.
8. Гнеденко Б.В., Коваленко И.Н. Введение в теорию массового обслуживания. - М., Наука. 1966.
9. Гуд Г.Х., Макол Р.Э. Системотехника. -М.: Сов. Радио, 1962.
10. Ильичев А.В., Волков В.Д., Грушанский В.А. Эффективность проектируемых элементов сложных систем,- М.: Высшая школа, 1982

11. Калинин В.Н., Резников Б.А. Теория систем и управления. (Структурно-математический подход); - Л. МО СССР, 1978.
12. Корольченко А.Я. Пожарная безопасность зданий: Доклад на конференции Восьмой международной специализированной выставки REALTEX (Москва, Манеж, 25.05.2003г).
13. Кошмаров Ю.А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещениях. - М.: АГПС МВД России, 2000