

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 Теоретические основы особенностей развития пожара на социально значимых учреждениях.....	5
1.1 Пожарная опасность социально значимых учреждений.....	5
1.2 Поведенческие особенности пациентов.....	8
1.3 Организация противопожарного режима в психоневрологических учреждениях (ПНУ) и действия персонала при пожаре.....	9
1.4 Действия персонала ПНУ при пожаре.....	13
2 Разведка пожара, организация эвакуации и аварийно-спасательных работ на социально значимых учреждениях.....	16
2.1 Общие требования организация эвакуации и аварийно-спасательных работ.....	16
2.2 Особенности эвакуации уязвимой группы населения.....	31
2.3 Особенности эвакуации людей с поражением опорно-двигательного аппарата, зрения и слуха.....	35
2.4 Особенности эвакуации престарелых людей при пожаре.....	50
2.5 Особенности процесса эвакуации немобильных людей.....	63
2.6 Некоторые особенности процесса эвакуации беременных женщин.....	64
3 Проектирование алгоритмов действий пожарных подразделений по его тушению на социально значимых учреждениях	69
3.1 Анализ литературных данных и постановка проблемы.....	74
3.2 Цель и задачи исследования.....	75
3.3 Методы исследования факторов влияния на периоды пожара и разработки алгоритма оптимизации эффективного управления действиями пожарно-спасательных подразделений.....	76
3.4 Результаты исследований влияния факторов на периоды пожара и разработки алгоритма оптимизации эффективного управления действиями пожарно-спасательных подразделений.....	76

3.5 Обсуждение результатов исследования влияния факторов на периоды пожара и разработанного алгоритма оптимизации эффективного управления действиями пожарно-спасательных подразделений.....	84
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	85
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	86

ВВЕДЕНИЕ

Деятельность оперативно-спасательной службы, в частности пожарно-спасательных подразделений непосредственно связана с быстрым реагированием на пожары и на разного рода чрезвычайные ситуации. Эффективность деятельности пожарно-спасательной службы зависит от умелого и быстрого выполнения действий, направленных на минимизацию убытков, которые может нанести пожар. Развитие пожара связано с ростом площади горения и возможностью влияния его опасных факторов.

Во время развития пожара различают три периода: свободного развития (тсв.р.), локализации (тлок.) и ликвидации пожара (тликв.). С точки зрения уменьшения убытков, причиненных пожаром, ключевое значение имеет уменьшение временных факторов тсв.р., тлок. и тликв. Стоит отметить, что на продолжительность свободного развития пожара (и, как следствие, на площадь пожара) главным образом влияет продолжительность следования пожарно-спасательных подразделений к месту его возникновения.

Залогом эффективной локализации и ликвидации пожара является качественное и умелое управление силами и средствами для быстрого прибытия к месту вызова. Здесь важно, чтобы руководитель тушения пожара обладал достаточным количеством информации о возможностях развития пожара и определил оптимальное количество сил и средств для его ликвидации. Поэтому уже в процессе следования к месту вызова анализируется оперативная документация на объект (планы и карточки пожаротушения). Актуальным в этом случае является применение компьютерных программ, которые бы позволили облегчить расчет параметров развития и ликвидации пожара, а также оптимального количества сил и средств для его ликвидации.

Итак, учитывая изложенное, является актуальной задача по разработке комплекса алгоритмов управления действиями пожарно-спасательных подразделений с целью уменьшения продолжительности свободного развития пожара и его быстрой локализации и ликвидации.

1 Теоретические основы особенностей развития пожара на социально значимых учреждениях

1.1 Пожарная опасность социально значимых учреждений

При пожаре в социально значимых учреждениях возможно возникновение паники, наличие большого количества людей, неспособных самостоятельно передвигаться. Жилые здания характеризуются наличием на окнах и дверях металлических сеток и решеток, дорогостоящей специальной медицинской аппаратуры. Из-за наличия различных химических реактивов и веществ возможно выделение токсичных веществ при горении фармацевтических препаратов. Любой пожар в социально значимых учреждениях, как правило, сопровождается паническим испугом посетителей учреждения, неуправляемостью или укрытием их в труднодоступных местах. Сюда необходимо отнести наличие большого количества детей, неспособных самостоятельно передвигаться, например, дети ясельного возраста, дети в лечебных изоляторах, наличие инфекционных и нервно-психических больных. При тушении пожара и ведении аварийно-спасательных работ в зданиях социально значимых учреждений возможно следующее:

- мощные конвективные потоки из-за наличия больших объемов и анфиладной схемы планировки;
- большая горючая нагрузка;
- образование завалов в проходах из-за обрушения стеллажей, металлоконструкций;
- распространение горения в пустотах перекрытий, перегородок, воздуховодов, по подъемникам и конвейерам;
- переход горения на покрытие здания;
- отсутствие достаточного количества входов и оконных проемов;
- повреждение опасными факторами пожара и огнетушащими веществами научных, художественных и исторических ценностей.

При отсутствии достоверных данных о пожаре или аварии до прибытия к месту вызова необходимо отключить звуковую и световую сигнализацию пожарных и аварийно-спасательных автомобилей. Затем расставить пожарную и аварийно-спасательную технику по возможности вне зоны видимости людей, находящихся в здании, для предотвращения паники.

При тушении пожара и ведении аварийно-спасательных работ (АСР) в социально значимых учреждениях необходимо следующее:

- выяснить количество больных, подлежащих эвакуации, и их транспортабельность;
- определить количество медицинского персонала, личного состава пожарных, спасательных расчетов и других привлекаемых служб, необходимых для спасания и эвакуации больных, материальных ценностей и предотвращения паники;
- назначить конкретное лицо из обслуживающего персонала больницы, ответственного за учет спасаемых и эвакуируемых больных;
- выяснить места возможного размещения легковоспламеняющихся и токсичных веществ и материалов, АХОВ;
- прокладывать рукавные линии таким образом, чтобы они не мешали эвакуации и спасению;
- обеспечить защиту от проливаемой воды в помещения складов медикаментов, аптек, фармацевтических отделений и оборудования лечебных кабинетов.

Также следует использовать средства индивидуальной защиты органов дыхания и кожного покрова в инфекционных отделениях, в помещениях с возможным нахождением ядовитых медицинских препаратов. Необходимо отметить, что после выполнения тушения пожара в инфекционных отделениях надо обязательно организовать санитарную обработку личного состава. Проводится дезинфекция специальной одежды, пожарно-технического, аварийно-спасательного вооружения и оборудования. В последующем проводится медицинское обследование личного состава.

Пожарная опасность психоневрологических учреждений обуславливается конструктивными особенностями и планировкой зданий, их степенью огнестойкости и пожарной нагрузкой, а также наличием психически больных людей [1].

Психоневрологические учреждения строят, как правило, по типовым проектам не ниже I - II степеней огнестойкости на отдельных участках. Корпуса нередко объединяют между собой закрытыми переходами и галереями. Вместимость учреждения может быть от 50 до 3000 человек, а высота от 1 до 5 этажей [1].

До настоящего времени существует еще много психоневрологических больниц, интернатов и диспансеров старой постройки III - V степеней огнестойкости с конструкциями из трудногорючих и горючих материалов. Стены и перегородки имеют пустоты, которые нередко соединяются с пустотами междуэтажных и чердачных перекрытий через неплотности и щели в местах их сочленения.

Внутренняя планировка зданий преимущественно коридорная с односторонним или двусторонним расположением различных помещений. Коридоры могут быть большой протяженности и не иметь естественного освещения, а центральные лестничные клетки нередко выполняют открытыми. На этажах располагают кабинеты врачей, персонала, процедурные кабинеты, палаты, которые могут быть объединены в секции, а также различные подсобные помещения (пищевые блоки, раздевалки и т.д.).

Многие помещения психоневрологических учреждений оборудуют установками кондиционирования воздуха с разветвленной сетью вентиляционных каналов. В настоящее время широко применяют воздушное отопление, централизованные системы пылеулавливания, мусоропроводы, различные системы электро- и радиоустройств, телевидения и т.п.

Пожарная нагрузка в помещениях неодинаковая, так в регистратурах она составляет 80-100, в палатах 40-50, а в других помещениях 20-50 кг/м.

При пожарах наибольшую опасность представляют этажи, где расположены палаты, так как в них круглосуточно находится большое количество людей различного состояния (ходячих и коечных). В зданиях I и II степеней огнестойкости огонь распространяется в основном по горючим материалам, мебели и оборудованию, находящемуся в помещениях, со скоростью 0,5-1,5 м/мин. Из помещений огонь и продукты сгорания распространяются в коридоры.

Если лестничные клетки не отделены от коридоров, тогда продукты сгорания и огонь быстро распространяются на вышерасположенные этажи и могут отрезать пути эвакуации. В отдельных зданиях коридорами соединены несколько лестничных клеток, это приводит к быстрому их задымлению.

Быстрому распространению огня и дыма способствуют системы вентиляции, воздушного отопления, мусоропроводы, а также пустоты в конструкциях зданий III и IV степеней огнестойкости. Скорость распространения огня в таких зданиях достигает 2 - 3 м/мин, а в коридорах, галереях и переходах иногда 4 - 5 м/мин.

При пожарах наибольшую опасность представляют продукты сгорания в рентгеновских кабинетах, аптеках, складах медикаментов, фармацевтических отделениях, где возможно выделение разнообразных токсичных паров и газов [1].

1.2 Поведенческие особенности пациентов

С большой вероятностью возникновение возгорания в психоневрологическом учреждении могут спровоцировать люди, находящиеся на круглосуточном пребывании. Причиной пожара чаще всего становится курение, использование электронагревательных приборов, неосторожное обращение с огнём [1].

Сложность тушения пожаров в психоневрологических учреждениях заключается в особенностях психического состояния и поведения пациентов. Важно, какое психическое состояние у клиентов, как они поведут себя в случае непредвиденной ситуации. При пожаре у пациентов возможны разные

психические реакции: панический испуг больных, неуправляемость или укрытие их в труднодоступных местах.

Велика опасность возникновения паники среди пациентов (психически неуравновешенные больные могут обладать очень большой физической силой, могут не иметь возможности самостоятельно принимать решения, иметь смешанные эмоции).

Многие не способны самостоятельно передвигаться или находятся под воздействием успокоительных препаратов.

1.3 Организация противопожарного режима в психоневрологических учреждениях (ПНУ) и действия персонала при пожаре

Каждый объект ПНУ должен иметь систему обеспечения пожарной безопасности, состоящую из: системы предотвращения пожара, системы противопожарной защиты и комплекса организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности, включающего в себя разработку и выполнение норм, инструкций о порядке обращения с пожароопасными веществами и материалами, о соблюдении противопожарного режима и действий людей при возникновении пожара.

Противопожарный режим - комплекс установленных норм поведения людей, правил выполнения работ и эксплуатации объекта (изделия), направленных на обеспечение его пожарной безопасности. Противопожарный режим устанавливается в ПНУ соответствующим приказом. Правила противопожарного режима содержат нормы и требования по следующим направлениям:

- разработка документации в целях обеспечения пожарной безопасности;
- лица, ответственные за пожарную безопасность;
- установление порядка содержания территории, зданий, сооружений и помещений, в том числе путей эвакуации;
- определение порядка, норм хранения и транспортировки пожаровзрывоопасных и пожароопасных веществ (материалов);
- определение порядка использования электрооборудования;

- определение и оборудование мест для курения;
- обучение мерам пожарной безопасности;
- взаимодействие ПНУ с пожарной охраной;
- организация действий персонала ПНУ при пожаре;
- обеспечение первичными средствами пожаротушения.

Руководители ПНУ и лица, ответственные за пожарную безопасность должны знать и выполнять правила противопожарного режима, а также следить за строгим соблюдением установленного противопожарного режима лицами, работающими в ПНУ, пациентами и посетителями.

В отношении каждого объекта руководителем ПНУ утверждается инструкция о мерах пожарной безопасности. В зданиях ПНУ с массовым пребыванием людей, а также в зданиях ПНУ с рабочими местами на этаже для 10 и более человек руководитель ПНУ обеспечивает наличие планов эвакуации людей при пожаре.

В зданиях ПНУ с ночным пребыванием людей руководитель ПНУ обеспечивает наличие инструкции о порядке действий персонала на случай возникновения пожара в дневное и ночное время, телефонной связи, электрических фонарей (не менее 1 фонаря на каждого дежурного), средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения человека от токсичных продуктов горения.

На объекте ПНУ с массовым пребыванием людей руководитель ПНУ обеспечивает наличие инструкции о действиях персонала по эвакуации людей при пожаре, а также проведение не реже одного раза в 6 месяцев с дежурным персоналом, ответственным за эвакуацию людей при пожаре, отработку планов эвакуации пациентов и инструктажей по правилам пользования средствами индивидуальной защиты, индивидуальными и коллективными средствами спасения людей.

В зданиях ПНУ с ночным пребыванием людей руководитель ПНУ организует круглосуточное дежурство обслуживающего персонала. На

медицинском посту (посту охраны) должен быть список пациентов, не имеющих возможности самостоятельно передвигаться.

Руководитель ПНУ обеспечивает ежедневно передачу информации в пожарно-спасательное подразделение, в районе выезда которого находится объект с ночным пребыванием людей, о количестве людей (пациентов), находящихся на объекте (в том числе в ночное время).

Территория ПНУ в ночное время должна периодически (не менее 1 раза в 2 часа) осматриваться дежурным персоналом.

Руководителем ПНУ обеспечивается:

- исправное состояние пожарных гидрантов, их утепление и очистка от снега и льда в зимнее время, доступность подъезда пожарной техники к пожарным гидрантам в любое время года;

- обозначение указателями с четко нанесенными цифрами направления движения и расстояний до месторасположения пожарных гидрантов и водоемов, являющихся источниками противопожарного водоснабжения;

- запрет стоянки автотранспорта на крышках колодцев пожарных гидрантов.

При отключении участков водопроводной сети и (или) пожарных гидрантов, предназначенных для пожаротушения объектов ПНУ, а также при уменьшении давления в водопроводной сети ниже требуемого руководитель ПНУ извещает об этом пожарно-спасательное подразделение.

Стулья, тумбочки мебель и другое оборудование не должны загромождать эвакуационные пути, проходы к ним и эвакуационные выходы.

Запоры на дверях эвакуационных выходов должны обеспечивать возможность их свободного открывания изнутри без ключа.

При эксплуатации эвакуационных путей, эвакуационных и аварийных выходов запрещается:

- а) устраивать пороги на путях эвакуации (за исключением порогов в дверных проемах), раздвижные и подъемно-опускные двери и ворота, вращающиеся

двери и турникеты, а также другие устройства, препятствующие свободной эвакуации людей;

б) загромождать эвакуационные пути и выходы (в том числе проходы, коридоры, тамбуры, галереи, лифтовые холлы, лестничные площадки, марши лестниц, двери, эвакуационные люки) различными материалами, изделиями, оборудованием, производственными отходами, мусором и другими предметами, а также блокировать двери эвакуационных выходов;

в) устраивать в тамбурах выходов сушилки и вешалки для одежды, гардеробы, а также хранить (в том числе временно) инвентарь и материалы;

г) фиксировать самозакрывающиеся двери лестничных клеток, коридоров, холлов и тамбуров в открытом положении (если для этих целей не используются устройства, автоматически срабатывающие при пожаре), а также снимать их;

д) закрывать жалюзи или остеклять переходы воздушных зон в незадымляемых лестничных клетках;

е) заменять армированное стекло обычным в остеклении дверей и фрамуг;

ж) изменять направление открывания дверей, за исключением дверей, открывание которых не нормируется или к которым предъявляются иные требования в соответствии с нормативными правовыми актами;

з) устанавливать кровати на путях эвакуации;

и) размещать в корпусах с палатами для пациентов, помещения, не связанные с лечебным процессом;

к) размещать в подвальных и цокольных этажах ПНУ мастерские, склады, и кладовые;

л) применять резиновые и пластмассовые шланги – для подачи кислорода от баллонов в палаты ПНУ;

м) устанавливать и хранить баллоны с кислородом в зданиях ПНУ.

1.4 Действия персонала ПНУ при пожаре

При возникновении пожара первоочередной обязанностью каждого работника ПНУ является спасение жизни людей. Действия персонала при пожаре указываются в инструкциях о мерах пожарной безопасности и включают в себя:

- сообщение о возникновении пожара в пожарно-спасательную службу и оповещение (информирование) руководства и дежурных служб объекта;
- организацию спасания людей с использованием для этого имеющихся сил и средств, в том числе оказание первой помощи пострадавшим;
- проверку включения автоматических систем противопожарной защиты (систем оповещения людей о пожаре, пожаротушения, противодымной защиты);
- отключение при необходимости электроэнергии (за исключением систем противопожарной защиты), перекрытие газовых, паровых и водных коммуникаций, остановку работы систем вентиляции в аварийном и смежных с ним помещениях, выполнение других мероприятий, способствующих предотвращению развития пожара и задымления помещений;
- прекращение всех работ в здании ПНУ (если это допустимо), кроме работ, связанных с мероприятиями по ликвидации пожара;
- удаление за пределы опасной зоны всех работников, не участвующих в тушении пожара;
- осуществление общего руководства по тушению пожара (с учетом специфических особенностей объекта ПНУ) до прибытия пожарно-спасательного подразделения;
- обеспечение соблюдения требований безопасности работниками, принимающими участие в тушении пожара;
- организацию одновременно с тушением пожара эвакуации и защиты материальных ценностей;
- встречу пожарно-спасательных подразделений и оказание помощи в выборе кратчайшего пути для подъезда к очагу пожара;

- сообщение пожарно-спасательным подразделениям, привлекаемым для тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ, сведений, необходимых для обеспечения безопасности личного состава, о хранящихся на объекте опасных, ядовитых веществах;

- по прибытии пожарного подразделения информирование руководителя тушения пожара о конструктивных особенностях объекта ПНУ, прилегающих строений и сооружений, о количестве и пожароопасных свойствах хранимых и применяемых на объекте веществ, материалов, изделий и сообщение других сведений, необходимых для успешной ликвидации пожара;

- организацию привлечения сил и средств объекта к осуществлению мероприятий, связанных со спасением людей, ликвидацией пожара и предупреждением его развития.

Для обеспечения процесса по спасанию пациентов и дежурного персонала психоневрологических учреждений при пожаре помещения учреждений должны оснащаться средствами индивидуальной защиты, а также индивидуальными и коллективными средствами спасения людей.

Персонал учреждения, ответственный за оповещение, организацию эвакуации людей во время пожара (чрезвычайной ситуации) в здании, должен быть индивидуально оснащен фильтрующими самоспасателями для защиты органов дыхания и зрения и огнестойкими накидками для защиты кожных покровов человека от тепловых и механических воздействий. Самоспасатели и накидки должны находиться в удобном для доступа к ним месте расположения дежурного персонала в ночное время.

В коридорах этажей диспансера, вблизи расположения путей эвакуации, должны размещаться шкафы для хранения медицинских носилок и огнестойких накидок-носилок для защиты и транспортирования людей с ограниченными двигательными возможностями, исходя из расчета 1 медицинские носилки и 1 накидки-носилки на 5 стационарно размещенных пациентов. В случае размещения указанных средств в отдельном помещении двери помещения должны иметь соответствующие цветографические указатели (обозначения).

ПНУ, расположенные в сельской местности, должны быть обеспечены приставными лестницами, способными достать до верхнего окна, из расчета 1 лестница на 1 отдельно стоящее здание.

Ответственные должностные лица учреждения обязаны обеспечить наличие, содержание в исправном состоянии в режиме ожидания применения средств индивидуальной защиты и спасения и не допускать их использования не по назначению.

2 Разведка пожара, организация эвакуации и аварийно-спасательных работ

2.1 Общие требования организация эвакуации и аварийно-спасательных работ

Требования свода правил «Эвакуационные пути и выходы» направлены: на обеспечение возможности своевременной и беспрепятственной эвакуации людей; обеспечение возможности спасения людей, которые могут подвергнуться воздействию опасных факторов пожара; защиту людей на путях эвакуации от воздействия опасных факторов пожара. Спасение представляет собой вынужденное перемещение людей наружу при воздействии на них опасных факторов пожара или при возникновении непосредственной угрозы этого воздействия. Спасение осуществляется самостоятельно, с помощью пожарных подразделений или специально обученного персонала, в том числе с использованием спасательных средств, через эвакуационные и аварийные выходы. Спасение людей при пожаре должны обеспечивать конструктивные, объемно-планировочные, инженерно-технические и организационные мероприятия. К ним относятся:

- устройство пожарных проездов и подъездных путей к зданиям и сооружениям для пожарной техники, специальных или совмещенных с функциональными проездами и подъездами;

- устройство наружных пожарных лестниц и других способов подъема персонала пожарных подразделений и пожарной техники на этажи и на кровлю зданий, в том числе устройство лифтов, имеющих режим «перевозки пожарных подразделений»;

- противодымная защита путей следования пожарных подразделений внутри здания, зон безопасности;

- оборудование здания в необходимых случаях индивидуальными и коллективными средствами спасения людей;

– размещение на территории поселения или объекта подразделений пожарной охраны с необходимой численностью личного состава и оснащенных пожарной техникой, соответствующей условиям тушения пожаров на объектах в радиусе их действия.

Реализация перечисленных мероприятий зависит от степени огнестойкости, класса конструктивной и функциональной пожарной опасности здания. Защита людей на путях эвакуации обеспечивается комплексом объемно-планировочных, эргономических, конструктивных, инженерно-технических и организационных мероприятий. Эвакуационные пути в пределах помещения должны обеспечивать безопасную эвакуацию людей через эвакуационные выходы из данного помещения без учета применяемых в нем средств пожаротушения и противодымной защиты. Эвакуационные пути в помещении должны обеспечивать возможность безопасного движения людей через эвакуационные выходы без учета применяемых в помещении средств пожаротушения и индивидуальных средств защиты от опасных факторов пожара. Пожарная опасность строительных материалов поверхностных слоев конструкций в помещениях и на путях эвакуации за пределами помещений должна ограничиваться. Ограничение устанавливается в зависимости от функциональной пожарной опасности помещения и здания с учетом других мероприятий по защите путей эвакуации, а также функционирования систем противопожарной защиты.

В процессе эксплуатации объектов следует:

- обеспечить содержание здания и состояние строительных конструкций в соответствии с требованиями проектной и технической документации на них;
- не допускать изменений конструктивных, объемно-планировочных и инженерно-технических решений без проекта, разработанного в соответствии с действующими нормативными документами и утвержденного в установленном порядке;
- при проведении ремонтных работ не допускать применения конструкций и материалов, не отвечающих противопожарным требованиям.

В пожарно-спасательных подразделениях, в районе выезда которых расположены ПНУ, должна быть организована газодымозащитная служба, а пожарные автомобили, находящиеся в боевом расчёте, должны быть оснащены пожарными дымососами. В расписании выезда соответствующего пожарно-спасательного гарнизона при вызове на ПНУ должна быть предусмотрена автоматическая высылка автомобиля дымоудаления.

Сложность тушения пожаров в психоневрологических учреждениях заключается в особенностях психического состояния и поведения пациентов. Важно, какое психическое состояние у клиентов, как они поведут себя в случае непредвиденной ситуации. Также сложность в тушении пожара и эвакуации больных на данных объектах представляет наличие на окнах и дверях металлических сеток и решеток. Особенностями состояния пациентов психоневрологических учреждений является то, что многие из них могут обладать очень большой физической силой, иногда намного превышающую силу и возможности здорового человека. Больные могут не иметь возможности самостоятельно принимать решения, могут находиться под действием транквилизаторов, быть прикованными к кроватям, находится взаперти в надзорных палатах, иметь смешанные эмоции. В случае экстренной эвакуации возможно большое скопление больных на межэтажных лестничных маршах и около зданий [1].

В целях обеспечения безопасности жизни и здоровья как участников тушения пожара, так и пациентов ПНУ, инструкцией взаимодействия с соответствующим органом внутренних дел устанавливается порядок привлечения личного состава полиции при вызовах на объекты ПНУ.

При подъезде к психоневрологическим учреждениям следует заранее отключить звуковую и световую сигнализацию пожарно-спасательной техники.

Для предотвращения паники, по прибытию расставить пожарно-спасательную технику, по возможности, вне зоны видимости больных.

Связь с администрацией или обслуживающим персоналом учреждения устанавливается в пути следования пожарно-спасательного подразделения, при

невозможности - немедленно по прибытии на место вызова. Далее руководитель тушения пожара (РТП) должен организовывать взаимодействие, уточнить, какие меры приняты по эвакуации больных, количество больных, подлежащих эвакуации, их состояние, место эвакуации, а также какой обслуживающий персонал можно привлечь для эвакуации больных. РТП при необходимости организывает отключение электро- и газоснабжения объекта, создает оперативный штаб пожаротушения.

Разведку пожара следует организовывать в нескольких направлениях.

РТП принимает меры по недопущению паники.

Первоочередной задачей первого прибывшего пожарно-спасательного подразделения является организация эвакуации людей и дальнейшее проведение спасательных работ.

Для быстрой и слаженной работы личного состава пожарно-спасательных подразделений и обслуживающего персонала, администрацией все действия рекомендуется выполнять по заранее разработанному плану эвакуации больных, в котором указаны действия обслуживающего персонала. Во всех случаях, когда проводятся спасательные работы, РТП должен одновременно с развертыванием сил и средств вызвать скорую медицинскую помощь. До прибытия на пожар медицинского персонала первую помощь пострадавшим оказывает медицинский персонал ПНУ и личный состав пожарно-спасательных подразделений.

До начала работ по спасанию пациентов ПНУ необходимо:

- выяснить количество больных, подлежащих эвакуации и их транспортабельность;
- определить количество медицинского персонала, личного состава пожарно-спасательных подразделений и других привлекаемых служб необходимого для спасания и эвакуации больных, материальных ценностей и предотвращения паники;
- уточнить наличие и возможность использования средств транспортирования и спасения (носилки, СИЗОД), имеющихся в ПНУ и места их хранения;

Направления, пути и способы эвакуации людей и имущества, определяются в процессе разведки с учетом:

- мест расположения больных, их количества и состояния;
- расположения эвакуационных выходов;
- наличия на окнах и дверях металлических решеток и сеток;
- мест и размеров зоны горения и задымления;
- наличия легковоспламеняющихся и горючих веществ и материалов, ядовитых и химически активных веществ, газовых баллонов;
- мест содержания эвакуированных больных.

Личный состав пожарно-спасательных подразделений (газодымозащитники звена ГДЗС), при необходимости, должны вскрыть решетки на окнах здания для проникновения в здание, а в самом здании вскрыть внутренние двери помещений для эвакуации и спасения людей.

При проведении эвакуации людей по возможности стараться не причинять беспокойства больным, не повышать голос, принимать меры к предотвращению паники и неадекватных действий со стороны больных; максимально задействовать персонал ПНУ. Определить места и способы содержания больных, состояние которых может создавать угрозу для окружающих и создавать затруднения для проведения действий пожарно-спасательных подразделений.

Для спасательных работ во всех случаях привлекают медицинский персонал. Способы, приёмы и очередность спасания определяют с учётом рекомендаций медицинского персонала.

При проведении эвакуации пациентов дежурный персонал должен включиться в закрепленные за ним фильтрующие самоспасатели и надеть накидки, а также помочь надеть самоспасатели и накидки пациентам, которые могут передвигаться самостоятельно.

Пациенты с ограниченными возможностями должны транспортироваться на медицинских носилках или на накидках-носилках, при этом руки и ноги их

должны быть зафиксированы манжетами. При необходимости органы дыхания и зрения и тело пациентов должны быть защищены средствами защиты.

При эвакуации инфекционных и лежачих больных, основные работы выполняет медицинский персонал, а личный состав пожарно-спасательных подразделений оказывает помощь при переноске больных, спуске их по пожарным лестницам и других работах. В первую очередь выносят тяжелобольных вместе с кроватями, не перекладывая на носилки. Перекладывают их на носилки только по указаниям врачей. Ходячие больные выходят самостоятельно в указанном направлении или под надзором медицинских работников и участников тушения пожара. Из задымленных помещений эвакуацию больных осуществляют звенья и отделения ГДЗС.

Все спасательные работы организуют и проводят под контролем опытных сотрудников (работников) пожарно-спасательных подразделений. При эвакуации больных по нескольким направлениям на каждое из них РТП назначает ответственных лиц, а сам возглавляет эвакуацию на наиболее ответственном участке и одновременно осуществляет руководство действиями по тушению пожара.

При оборудовании здания диспансера средствами спасения с высотных уровней эвакуация (спасение) дежурного персонала и пациентов должна проводиться с использованием таких спасательных средств. Безопасность перемещения людей из здания при их использовании обеспечивается личным составом пожарно-спасательных подразделений.

После эвакуации больных, РТП тщательно проверяет все помещения, пути, по которым она проводилась, а персонал ПНУ проверяет больных по спискам. Поисково-спасательные работы заканчиваются тогда, когда все люди вынесены (выведены) из здания.

После эвакуации и спасения больных РТП определяет совместно с персоналом ПНУ места сбора, организует тщательную проверку всех помещений, путей эвакуации и спасения. Принимает от обслуживающего

персонала доклад о проверке всех больных по спискам. В зимнее время определяют места в отапливаемых помещениях соседних зданий и сооружений.

Обеспечение пожарной безопасности в лечебно-профилактических, аптечных и учебных заведениях является одним из важных направлений эффективной деятельности указанных учреждений. Соблюдение основных требований пожарной безопасности способствует сохранению жизни и здоровья работающих, больных, посетителей и студентов, а также материальных ценностей.

Во время пожара на организм персонала, больных и посетителей негативно влияет ряд опасных и вредных факторов:

1. Огонь. Температура в зоне горения может достигать 12000- 14000 °С и больше. Это приводит к возникновению термических ожогов разной степени тяжести.

2. Токсические продукты сгорания. При горении различных предметов образуется большое количество токсичных веществ, приводящих к отравлению человека. Причем, во время пожара большинство людей гибнет не от действия высокой температуры, а от отравления продуктами горения. Чаще всего и больше всего при горении всех веществ образуется углекислый и угарный газы. При горении полиуретана образуется цианистый водород. Сероводород образуется при горении линолеума и др.

3. Выделение в воздух вредных химических веществ в результате разрушения тары, в которой хранятся лекарственные препараты, химические реактивы и др., что в свою очередь может вызвать взрывы.

4. Недостаток кислорода в воздухе. Процесс горения сопровождается поглощением кислорода из воздуха. Если в чистом атмосферном воздухе содержание кислорода составляет 20,94%, то в помещениях, где возник пожар, концентрация кислорода значительно уменьшается. При содержании кислорода в воздухе помещений менее 10% и наличии продуктов горения (углекислый, угарный газы и другие) смерть человека может наступить через несколько минут. При снижении концентрации кислорода до 13,0% наблюдаются

признаки гипоксии: слабость, резкое учащение пульса, дыхания, нарушение координации движений, головокружение, сонливость.

5. Высокая температура воздуха и окружающих предметов. В результате горения наблюдается значительное повышение температуры воздуха. При вдыхании горячего воздуха, содержащего токсичные вещества (выше 600 °С), у людей поражаются легкие, возможны ожоги верхних дыхательных путей и отек легких, угрожающий жизни людей, находящихся в данном помещении. Кроме этого, во время пожара значительно нагреваются окружающие предметы, стены помещений, что приводит к перегреву организма и развития теплового удара.

6. Задымленность помещений. Дым представляет собой аэрозоль ультрамикроскопической пыли. В зависимости от горящих предметов дым может быть токсичным. Дым раздражает слизистые оболочки глаз (слезотечение), верхних дыхательных путей (сильный кашель), ухудшает видимость и эвакуацию персонала, больных и посетителей.

7. Разрушение сооружений. В результате пожара разрушаются конструкции зданий и при падении обломки сооружений могут вызвать травмирование людей. Персонал может оказаться под завалами. Также возможны завалы путей эвакуации и невозможность эвакуации людей.

8. Паника среди людей. В случае пожара на психику людей оказывает влияние большое количество чрезвычайной силы раздражителей (смерть родных, близких, потеря материальных ценностей и т.п.), которые могут привести к значительным изменениям психоэмоционального состояния человека. В результате поведение некоторых людей при пожарах становится непредсказуемым. Нарушается адекватная оценка ситуации, изменяются реакции и действия, что способствует возникновению паники. Это, в свою очередь, способствует увеличению количества жертв пожаров, неоправданных потерь.

Пожарная безопасность помещений аптечных заведений, а также помещений, где находится большое количество людей (учебные заведения и т.п.) должна обеспечиваться еще на этапе проектирования, строительства или

реконструкции. С этой целью работники пожарного надзора проводят экспертизу проектов строительства или реконструкции и участвуют в приеме в эксплуатацию зданий. При этом обязательно учитывают наличие системы противопожарной защиты.

Система противопожарной защиты - это совокупность организационных, а также технических средств, направленных на предотвращение воздействия на людей опасных факторов пожара и ограничение материального ущерба от него.

Предупреждение распространения пожаров обеспечивается правильным выбором необходимой степени огнестойкости строительных конструкций, рациональным объемно-планировочным решением зданий и сооружений, установлением противопожарных преград в зданиях, системах вентиляции, ограничения утечки горючих жидкостей при пожарах, обустройство противодымной защиты, проектированием путей эвакуации, создание необходимых условий для развертывания средств по тушению пожара.

Строительными нормами и правилами (СНиП) предполагается строительство противопожарных разрывов, зон, отсеков и секций в аптечных учреждениях, предназначенных для предупреждения распространения огня в здании.

Противопожарные разрывы между зданиями предназначены для ограничения распространения пожара от одного здания к другому. Величина свободного пространства между зданиями разная (от 6 до 18 м) и зависит от огнестойкости здания.

Если заведения, в том числе, лечебные, учебные предназначены для одновременного пребывания 15 и более человек, их строят из материалов, которые не горят. Если же для строительства были использованы горючие конструкции и материалы, их обрабатывают огнезащитным составом. Периодически этот слой восстанавливают в соответствии с техническими условиями.

С целью уменьшения негативных последствий от пожаров в аптечных учреждениях и помещениях массового пребывания людей, предусмотрено

выделение отдельных отсеков или секций, которые отгораживаются друг от друга огнестойкими стенами с пределом огнестойкости не менее 1,5 часа. В секциях размещают однородные по пожарной опасности помещения. Это позволяет предотвращать при пожаре распространение в соседние помещения вредных факторов горения и взрывоопасных смесей.

Помещения, где используются легковоспламеняющиеся и взрывоопасные вещества, должны иметь огнестойкие стены.

При окраске стен количество слоев краски не должно быть более 4-х, чтобы уменьшить возможность распространения пламени на стены.

Солнцезащитные устройства должны быть из негорючих материалов и раздвижными. Вспомогательные помещения (чердаки, подвалы и др.) должны содержаться в чистоте и не должны загромождаться горящими предметами.

Мебель в аптечных учреждениях изготавливается из материалов, при горении которых образуется мало дыма.

Для более быстрого удаления дыма из помещений аптечных учреждений предусматриваются дымовые люки и шахты, которые обеспечивают направленное удаление продуктов горения, уменьшают задымленность смежных помещений.

При возникновении пожара в аптечных учреждениях необходимо как можно быстрее организовать эвакуацию людей из помещений. Для этого в указанных зданиях должны быть запасные выходы (не менее двух) для эвакуации персонала с соответствующими надписями и указателями.

Правила хранения легковоспламеняющихся и огнеопасных веществ.

Огнеопасные вещества - это вещества и материалы, способные к самовозгоранию (начало горения без влияния источника зажигания), а также воспламенения от источника зажигания и самостоятельного горения после его удаления. К ним относятся все органические вещества.

Легковоспламеняющиеся вещества - это преимущественно жидкости, имеющие температуру вспышки, не превышающую 610 °С (ацетон, этиловый спирт).

Горючие жидкости те, которые имеют температуру вспышки более 610 °С (формалин и другие).

Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости могут храниться в аптеках, если их общее количество не превышает 100 кг. При этом, спирты, эфиры и другие горючие жидкости хранятся только в отдельных защищенных от пожара (огнестойких) помещениях и в металлической таре.

В аптеках одновременно может храниться не более 2-х баллонов с кислородом. Баллоны хранят в вертикальном положении надежно закрепленными. С целью предупреждения взрыва запрещается прикасаться к кислородным баллонам предметами, которые контактировали с маслами. Наряду с баллонами не должно быть масел, тряпок от масла и других предметов, которые могут способствовать взрывам.

В рабочие помещения аптек огнеопасные и взрывоопасные вещества доставляются только в таких количествах, которые необходимы для работы. В случае разлива легковоспламеняющихся веществ отключаются все нагревательные приборы. Загрязненное место засыпается песком, который затем убирается деревянной лопаткой.

Реактивы и материалы, которые при контакте между собой могут образовывать взрывоопасные концентрации или самовозгораться, хранятся отдельно в соответствующей упаковке и огнеупорной таре.

На банках, бутылках и другой упаковке с химическими реактивами должны быть четкие надписи с указанием их наиболее характерных свойств «Огнеопасно», «Химически активное» и другие.

Во всех случаях совместное хранение легковоспламеняющихся, огнеопасных и взрывоопасных веществ с кислотами и щелочами категорически запрещается.

Противопожарный режим территорий аптечных заведений.

Территория должна быть чистой от мусора и других отходов, которые повышают опасность возникновения возгораний и способствуют распространению огня.

На территории аптечных учреждений должно быть не менее 2-х подъездов для автотранспорта. Стоянка автотранспорта должна быть не ближе 10 метров от аптеки.

При ремонте подъездных дорог, путей сообщения между зданиями учреждений, который препятствует движению пожарного транспорта, администрация лечебных и учебных заведений должна сообщить об этом в пожарную охрану.

На стенах зданий, столбах, опорах должны быть указатели ближайших источников водоснабжения, пожарных гидрантов и тому подобное. Буквы наносятся больших размеров флуоресцентной краской, чтобы обеспечить их видимость в темноте.

Подъездные пути к месту, где располагается пожарный инвентарь, всегда должны быть свободны.

Организационно-технические мероприятия по обеспечению пожарной безопасности в аптечных учреждениях включают:

1. Организационные мероприятия пожарной безопасности, предусматривающие организацию пожарной охраны на объекте, проведение учений по вопросам пожарной безопасности, применение наглядных средств противопожарной пропаганды и агитации, проведение проверок состояния пожарной безопасности помещений, зданий и объекта в целом.

2. Технические меры пожарной безопасности - соблюдение правил и норм, определенных действующими нормативными документами при реконструкции и техническом переоснащении помещений, зданий и объектов, эксплуатации или возможном переоборудовании отопления, электросетей, освещения, вентиляции и тому подобное.

3. Мероприятия режимного характера, предусматривающие применение открытого огня в неположенных местах и курение, регламентацию пожарной безопасности при проведении огневых работ и др.

4. Эксплуатационные мероприятия. Они включают своевременное проведение профилактических осмотров, испытаний, ремонта используемых

приборов и оборудования, а также инженерного хозяйства (электросетей, электроустановок, вентиляции, отопления).

Среди основных причин, вызывающих пожары в лечебных учреждениях и других медицинских учреждениях следует назвать следующие из них:

1. Нарушение организационного и технического обеспечения системы пожарной безопасности.

2. Нарушение правил пожарной безопасности медицинским и вспомогательным (техническим) персоналом, результат несоблюдения требований технологического процесса.

К первой группе причин пожаров в учреждениях здравоохранения следует отнести нарушения, вытекающие из несоблюдения организационных мероприятий и требований.

Прежде всего, это недостаточный уровень системного решения задачи пожарной безопасности в учреждении. Сюда относятся недостаточный уровень проработки организационных задач, организационно-методических мероприятий и технического обеспечения пожарной безопасности.

Требования системности в решении задач пожарной безопасности вытекают из необходимости создания как разветвленной технической основы пожарной безопасности, так и обеспечения ее постоянной функциональной готовности. Готовность первичных противопожарных средств (огнетушители, гидранты, пожарные щиты с ведрами, лопатами, баграми, резервуары с песком и т.д.), обнаружение их месторасположения, наличие и техническая надежность технических средств связи, обнаружение согласно требованиям пожарной безопасности планов эвакуации больных и персонала, постоянная проверка проходов и эвакуационных путей - все это должно сочетаться с постоянной работой в аспекте разъяснительных мероприятий среди медицинского персонала и пациентов. Хорошо известно, что недостаточный уровень разъяснительных мероприятий среди медицинского персонала и больных об опасности от огня может привести к непоправимым последствиям.

Особенно опасным является недостаточный контроль за соблюдением правил противопожарной охраны в системе общих требований охраны труда и безопасности жизнедеятельности в лечебно-профилактических учреждениях. Есть много примеров того, что грубые нарушения требований пожарной безопасности в лечебно-профилактических учреждениях и учреждениях здравоохранения, которые проявляются захламленностью помещений, загромождением аварийных выходов, отсутствием четко разработанных и опубликованных планов эвакуации больных и медперсонала из помещений во время пожара, отсутствие четко спланированных действий персонала в условиях пожарной опасности, отсутствие приказа руководителя лечебного учреждения о мерах противопожарной безопасности с назначением ответственных лиц и др. неизбежно ведут к страшным потерям.

К причинам технического порядка следует отнести отсутствие свободного дорожного подъезда к учреждению, непродуманность обеспечения дорожного маневра на территории учреждения, что тоже может иметь решающее значение в случае пожара. Важным является обеспечение учреждения аварийной системой водоснабжения.

Руководство учреждения здравоохранения должно постоянно консультироваться со службой пожарной безопасности при проведении ремонтных и строительных работ как на этапе планирования и проектирования, так и на этапах выполнения работ, их завершения и приемки.

Особого внимания руководства учреждения требует состояние общетехнических служб, таких как автохозяйство, склады, прежде всего смазочных и топливных материалов, химических реагентов, в том числе растворителей, красок, лаков, легковоспламеняющихся веществ и строительных материалов, белья и тому подобное.

К причинам пожаров организационного плана следует отнести нарушение трудовой дисциплины, несоблюдение лечебного и пропускного режима в учреждениях. В последнем случае речь идет о возможности проникновения в учреждение посторонних лиц, намерения которых могут быть самыми

разными. Особенно это имеет значение при проникновении посторонних в хозяйственные, и прежде всего, складские помещения. Недопустимым является употребление алкогольных напитков на территории учреждений и ее отдельных служб и подразделений. Также всегда следует помнить о возможных террористических акциях, в том числе с использованием поджогов. Не менее важным в плане предупреждения пожаров является постоянный контроль за детьми и подростками из числа пациентов.

Ко второй группе причин пожаров в учреждениях здравоохранения должны быть отнесены:

- нарушение правил электробезопасности при пользовании электрическим оборудованием, например, при использовании автоклавов, при пользовании электроотопительными и осветительными приборами (неисправность электропроводки, пользование неисправным электрооборудованием)

- использование неисправной или неправильное использование электродиагностической аппаратуры, аппаратуры кабинетов функциональной диагностики, рентгенодиагностических кабинетов, лабораторий, физиотерапевтических кабинетов и др.;

- нарушение правил техники безопасности при пользовании газовыми приборами;

- неправильное хранение и использование кислорода в баллонах;

- нарушение правил пожарной безопасности при кремации трупов, сжигания мусора и др.;

- нарушение техники безопасности на складах и в подсобных помещениях, особенно, при хранении горюче-смазочных материалов, легковоспламеняющихся материалов;

- нарушение требований безопасности труда и противопожарных правил рабочими при проведении ремонтно-строительных работ, связанных с использованием огня (электросварки, ремонт электрокабельных и газовых коммуникаций и электрооборудования, проведение других ремонтных работ).

Следует помнить о недопустимости проведения любых ремонтных работ с использованием современных отделочных материалов без предварительного согласования с противопожарными органами, поскольку, как показывает печальный опыт в нашей стране и за ее пределами самого последнего времени, полимерные материалы при горении способны выделять чрезвычайно токсичные соединения типа фосгена, которые отнесены к отравляющим веществам.

Этот же опыт указывает на необходимость учета того, что пожар в учреждениях здравоохранения практически всегда, а именно при переносе огня на складские помещения, сопровождается высвобождением других веществ, как правило, токсичных, отравляющих, легковоспламеняющихся. С одной стороны, это может стать усилением пожара, например, при возгорании резервуаров со спиртом, ацетоном, толуолом, бензолом, другими органическими растворителями, топливными и смазочными материалами, а с другой, например, при горении составов аптек, лабораторий и др. - стать источником появления еще более токсичных веществ с последствиями, которые нередко трудно предсказать. Такие аварии могут стать очагом чрезвычайных ситуаций для крупных городов и целых регионов.

2.2 Особенности эвакуации уязвимой группы населения

Как уже отмечалось выше, людской поток неоднороден. Несмотря на некоторые отличия в поведении при пожаре взрослых здоровых мужчин и женщин (незначительный разброс средних значений скоростей их движения), в целом можно говорить о том, что эти отличия находятся в некотором условном доверительном интервале, позволяющем рассматривать их как одну группу людей. Эвакуация же детей, престарелых людей и тем более инвалидов существенно отличается от эвакуации взрослых здоровых людей.

Отличительные особенности этих групп людей обусловлены психофизиологическим состоянием их организма. Для детей и подростков это – несформировавшаяся структура тела, отсутствие необходимого жизненного опыта, особенности психологического восприятия стрессовых ситуаций. Для

инвалидов – это особенности пешеходного движения, связанные с необходимостью использования протезов, дополнительных опор, и увеличенное время начала эвакуации. Престарелые люди характеризуются ухудшением зрения и слуха, пониженной мобильностью из-за недостатка физических сил и снижением умственных реакций. Все это позволяет отнести их в особую группу, которую можно назвать «уязвимая группа населения». Количество таких людей в нашей стране крайне велико – 53,1 млн. чел. – более одной трети населения (рисунок 2.1).

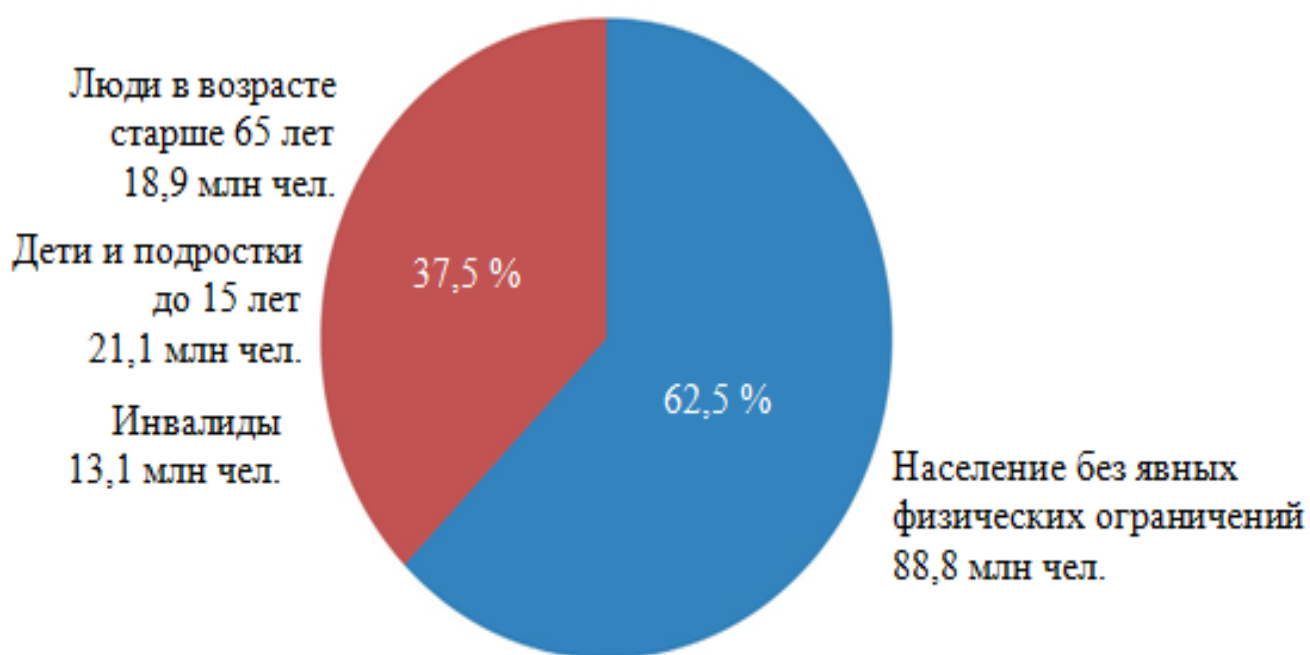


Рисунок 2.1 - Структура населения Российской Федерации

Возрастную уязвимость людей наглядно демонстрирует официальная статистика МЧС России [2] (рисунок 2.2), показывающая удельное количество погибших людей различных возрастных групп на 1 млн. человек соответствующего возраста.

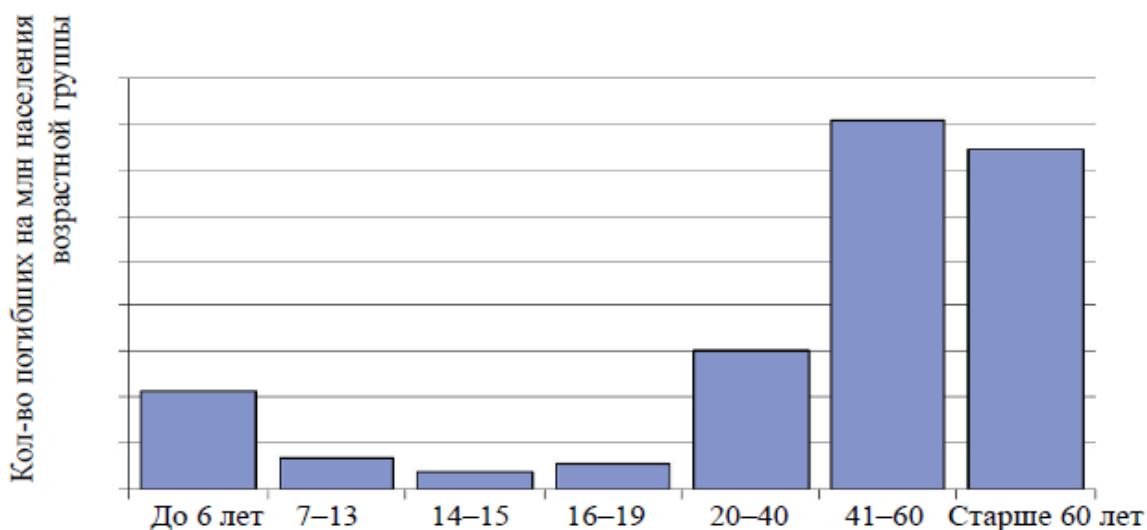


Рисунок 2.2 - Количество погибших на 1 млн. чел. каждой возрастной группы

Одним из факторов, обуславливающих повышенную опасность для указанных групп людей, является их низкая интеграция в общество. Действующие законодательные и нормативные документы постепенно меняют ситуацию к лучшему: стали широко применяться различные технические устройства, способствующие передвижению этих групп населения по коммуникационным путям, облегчающие для них доступность зданий и сооружений различного назначения. Но одними только техническими мерами ситуацию невозможно скорректировать. Необходим более глубокий учет психофизиологических особенностей и возможностей поведения этих групп людей, влияющий на повышение уровня их противопожарной безопасности.

К маломобильным группам населения (МГН) относятся люди, испытывающие затруднения при самостоятельном передвижении, получении услуги, необходимой информации или при ориентировании в пространстве: инвалиды, люди с временным нарушением здоровья, беременные женщины, люди преклонного возраста, люди с детскими колясками и т. п.

Очевидными особенностями поведения таких людей при пожаре являются:

- сложности в восприятии сигналов о пожаре;
- продолжительный этап подготовки к эвакуации;

- ограниченность совершения действий, направленных на оповещение о пожаре и борьбу с ним;
- низкая скорость передвижения и маневренность;
- высокая утомляемость;
- сложности при движении по наклонным видам пути и существенное влияние конструктивных особенностей эвакуационных путей и выходов на возможность их преодоления.

Однако проведенные впоследствии исследования [5] показали, что у существующей классификации есть определенные недостатки:

- из группы М1 требуется исключение глухих и слабослышащих людей в связи с их пониженной мобильностью;
- группа мобильности М2 перегружена несовместимыми признаками (в одну группу объединены слепые и люди с психическим отклонениями, пожилые люди и инвалиды на протезах) и требует дифференциации;
- группы мобильности М3 и М4 требуют учета возраста человека. Более того, несмотря на то, что для каждой из групп установлены параметры, характеризующие их поточное движение при продвижении по горизонтальному участку пути, пандусу и лестнице, отсутствуют данные, характеризующие движение через проем (приведены лишь максимальные значения интенсивности), что в целом делает невозможным точную оценку параметров их движения при эвакуации.

Следует отметить, что полученные зависимости описывают движение людских потоков, полностью состоящих из инвалидов рассматриваемых групп, и не применимы для смешанных людских потоков.

Далее рассмотрены данные, создающие предпосылки для совершенствования нормативной базы в этой области: проанализированы особенности эвакуации таких людей и рассмотрены факторы, обуславливающие ее успешность или, наоборот, фатальность.

2.3 Особенности эвакуации людей с поражением опорно-двигательного аппарата, зрения и слуха

Государственные органы власти большинства стран проводят расширяющийся круг мероприятий (включая и научные исследования) в области архитектурно-строительных решений зданий и сооружений, обеспечивающих их доступность для инвалидов в целях предоставления возможности людям с нарушениями функций организма использовать среду обитания наравне со здоровыми людьми. Требования, диктуемые этими мероприятиями, затем переходят в нормативную систему в виде документов, в форме которых она реализуется в текущий период ее развития. Однако в нашей стране, как и в зарубежных странах, остается открытым вопрос о том насколько принятые решения удовлетворяют возможностям и потребностям инвалидов различных категорий, доступности посещаемых ими зданий различного функционального назначения, их желанию принимать наравне со здоровыми людьми действия, направленные на повышение собственной безопасности в случае возникновения пожара. Выяснению различных аспектов этого вопроса были посвящены исследования сотрудников учебно-научного комплекса проблем пожарной безопасности в строительстве Академии ГПС МЧС России, проведенные в 2012 году путем анкетирования членов Всероссийского общества инвалидов, Всероссийского общества глухих и Всероссийского общества слепых [19].

В опросе приняло участие 422 инвалида с ограничениями по зрению (из них 17,4 % полностью слепые), слуху (37,5 % с полной потерей слуха) и с нарушениями опорно-двигательного аппарата (28,8 % использующих кресла-коляски и 13,8 % передвигающихся с помощью двух костылей) из разных городов России.

Группа инвалидности характеризует степень поражения той или иной функциональной системы организма и определяет степень риска не суметь эвакуироваться из здания при пожаре при известном или неизвестном для

человека маршруте эвакуации. Очевидность этого для людей, имеющих нарушение зрения, следует из данных, полученных по результатам проведенного анкетирования (таблица 2.2).

Опрос слепых и слабовидящих людей показал, что для изучения нового маршрута движения (эвакуации) им необходимо 2–3 раза пройти его совместно со зрячим человеком, затем один раз самостоятельно, но под контролем. Лишь после этого у них появляется возможность самостоятельного использования нового для них маршрута.

На вопрос о первых действиях при пожаре многие слепые и слабослышащие люди ответили, что дождутся «мастера» (зрячего человека) и под его руководством покинут здание. Невозможность использования известного пути эвакуации и большая сложность ориентирования на незнакомой территории ведут к тому, что некоторые даже не будут пытаться самостоятельно выбраться из здания. Так, один из респондентов заявил: «если выход заблокирован, выпрыгну из окна».

Неожиданно было установить, что значительное число людей с поражением слуха имеют сложности с ориентированием в здании (43,5 %) и пониженную скорость движения (50,9 %). Оказалось, что основной проблемой, с которой сталкиваются глухие и слабослышащие люди, является, по их словам, «информационный голод», связанный с отсутствием (ограничением) звуковой информации, поступающей из внешнего мира (шумы и сигналы). В анкетах 51,6 % указали, что ограничение слуха влияет на скорость движения, снижая ее значения. Анализ ответов показал, что основной причиной для этого является «необходимость крутить головой на 180°», чтобы не пропустить какую-либо информацию.

Еще одной причиной снижения скорости движения слабослышащих и глухих людей является желание избежать нежелательного контакта с другими пешеходами. Опрошенные отмечали, что не слышат шагов и других звуков, сопровождающих движение, как следствие, они сами становятся помехой для окружающих и их часто «толкают люди». Более того, многие указали, что

наибольший дискомфорт они испытывают при движении по относительно узким участкам пути, на которых по указанной выше причине чаще возникает контактное движение.

Таблица 2.2 - Оценка возможности эвакуации в зависимости от изученности пути эвакуации для инвалидов различных групп по зрению

Известность пути эвакуации	Группа инвалидности			Всего от общего числа опрошенных
	1	2	3	
Не способны самостоятельно эвакуироваться по известному пути движения	31,3 %	11,0 %	7,9 %	17,6 %
Не способны самостоятельно эвакуироваться по неизвестному пути движения	79,4 %	56,0 %	37,5 %	60,4 %
Способные самостоятельно эвакуироваться	20,6 %	44,0 %	62,5 %	39,6 %

Поражение опорно-двигательного аппарата (ПОДА) и использование кресел-колясок, костылей для движения по участкам пути существенно затрудняет и ограничивает их обладателей в возможности решения различных двигательных задач. Результаты оценки ими наиболее проблемных участков пути движения приведены в таблице 2.3.

Данные таблицы 2.3 показывают, что все характерные элементы коммуникационных (эвакуационных) путей вызывают в той или иной мере затруднения. Наибольшие проблемы отмечаются при преодолении перепадов высот в пределах этажа (у 60,2 % респондентов это вызывает «серьезные затруднения») и движение по лестнице (лишь 22,1 % опрошенных

преодолевают этот участок пути без затруднений).

Таблица 2.3 - Затруднения при движении по разным видам пути и при решении различных двигательных задач

Участки пути движения и двигательные задачи	Испытываемые затруднения, % ответов		
	Без затруднений	Иногда	Серьезные затруднения
Входы/выходы из здания	33,3 %	41,4 %	25,3 %
Движение по лестнице	22,1 %	37,5 %	40,4 %
Использование лифтов	61,3 %	28,0 %	10,8 %
Маневрирование при движении	17,6 %	54,1 %	28,2 %
Возможность поворота/разворота	22,6 %	48,8 %	28,6 %
Преодоление перепадов высот в пределах этажа	19,4 %	20,4 %	60,2 %

Наиболее комфортным способом передвижения для них является лифт – свыше 60 % опрошенных могут воспользоваться им без всяких ограничений. Следует отметить, что, по мнению некоторых опрошенных инвалидов с ПОДА отключение лифта при пожаре будет являться основной проблемой при эвакуации.

В ответах респондентов лестница названа наиболее проблемным участком. Несколько человек указали, что лучше не подниматься на вышерасположенные этажи и что одной из самых действенных мер пожарной безопасности является «постоянно находиться на первых этажах».

Серьезное беспокойство у опрошенных вызывает состояние путей эвакуации и наличие доступных открытых запасных эвакуационных выходов, ввиду невозможности, по сравнению со здоровым человеком, оперативно изменить маршрут эвакуации и воспользоваться другим эвакуационным выходом. В анкетах отмечается пожелание «сделать приспособления для эвакуации»; 73,6 % опрошенных указали, что для эвакуации по лестнице они предпочли бы использовать специальный эвакуационный стул, сконструированный для движения как по горизонтали, так и по ступеням лестницы.

Его применение позволяет перемещать инвалидов, находящихся на этажах здания на креслах-колясках, а также тех людей, которые по каким-либо другим причинам не способны к движению по лестнице.

Общей проблемой, с которой сталкиваются люди с ПОДА и люди с другими видами инвалидности, является неудовлетворительное состояние путей эвакуации (дефекты покрытия, неровности, скользкий пол), а также отсутствие ориентиров (звуковых для слепых и контрастных цветовых обозначений для слабовидящих). Состояние покрытия принципиально и для здоровых людей. Именно поэтому, например, нормативные документы США (NFPA 101 Life Safety Code, п. 7.1.6.4) нормируют состояние поверхности эвакуационного пути.

В целом 64,6 % от общего числа опрошенных инвалидов считают, что не могут наравне со здоровыми людьми заниматься деятельностью, направленной на обеспечение противопожарной безопасности. Тем не менее, среди них есть значительное количество людей, готовых совершать действия, направленные на обеспечение пожарной безопасности не только их самих, но и окружающих их людей. Об этом свидетельствуют данные опроса инвалидов различных

категорий об их предполагаемых действиях при возникновении пожара, приведенные в таблице 2.4. Данные этой таблицы позволяют установить и особенности поведения инвалидов различных категорий при совершении таких действий, определяемые соответствующей спецификой поражения их организма.

Как видно, ограничение возможности общения для глухих и слабослышащих существенно затрудняет оповещение ими пожарной охраны, несмотря на кажущуюся простоту этой операции. Недостаток же зрения и нарушение функций опорно-двигательного аппарата затрудняют тушение пожара, организацию эвакуации и, в большей мере для инвалидов по зрению, включение систем оповещения. Причем количество людей, склонных к активным действиям, прямо зависит от группы инвалидности: для инвалидов I группы количество таких действий минимально, для инвалидов III группы – максимально.

Несмотря на явную уязвимость слепых и слабовидящих людей, в некоторых ситуациях при пожаре у них появляются преимущества перед зрячими людьми. Наиболее часто встречающийся в практике расчетов критерий «потеря видимости» не оказывает серьезного воздействия на инвалидов по зрению. Начальник отдела реабилитации производственного предприятия ООО «Кунцево-Электро» привел пример, когда при пожаре в жилом доме только он один из всех проживающих на этаже людей смог сориентироваться и найти запасной выход (защитив органы дыхания). Он был слепым.

Повышенная уязвимость указанных групп людей должна предопределять повышенное внимание к их противопожарной подготовке, которая, как показывают данные таблицы 2.5, оказывается, по мнению опрошенных, недостаточной.

Таблица 2.4 - Намерение выполнить действия по противопожарной защите инвалидами различных категорий

Действия при пожаре	Варианты ответов	% от количества респондентов, категория		
		Глухие и слабослышащие	Слепые и слабовидящие	ПОДА
Тушить пожар	Да	46,7	29,5	24,4
	Вероятно, да	36,7	20,2	29,1
	Нет	16,7	50,3	46,5
Позвонить в пожарную охрану	Да	48,1	78,2	90,9
	Вероятно, да	9,9	13,2	6,4
	Нет	42,0	8,6	2,7
Включить систему оповещения	Да	52,3	25,8	59,8
	Вероятно, да	25,0	21,3	24,1
	Нет	22,7	52,8	16,1
Организовать эвакуацию	Да	31,4	33,5	30,2
	Вероятно, да	46,5	19,0	29,1
	Нет	22,1	47,5	40,7

Данные таблицы 2.5 показывают значительно лучшую работу по противопожарной подготовке слепых и слабовидящих людей, чем других категорий инвалидов. По всей видимости, это связано с тем, что инвалиды по зрению проходят специальные реабилитационные курсы, которые включают и основы подготовки по пожарной безопасности.

Таблица 2.5 - Противопожарное обучение инвалидов различных категорий

Вопрос анкеты	Варианты ответов	Категория респондентов		
		Глухие и слабослышащие	Слепые и слабовидящие	ПОДА
Знакомы ли Вы с общими требованиями пожарной безопасности и правилами поведения при пожаре?	Да	55,7	83,5	55,7
	Да, но предпочел бы пройти дополнительное обучение	20,8	4,5	20,0
	Нет	23,6	12,0	24,3
Проводил ли кто-нибудь с Вами специальные занятия по пожарной безопасности, касающиеся наличия у Вас ограничений функций организма?	Да	23,6	72,9	17,0
	Да, но предпочел бы пройти дополнительное обучение	67,9	19,6	65,2
	Нет	8,5	7,5	17,9
Участвовали ли Вы в учениях по эвакуации людей из здания?	Да	22,9	69,6	4,8
	Нет	77,1	30,4	95,2

Обращает на себя внимание крайне низкий процент людей с нарушениями слуха, которые хоть раз в жизни участвовали в учениях по пожарной безопасности (менее 25 %). Однако еще более удручающая ситуация складывается для людей с ПОДА – менее 5 % из их числа принимали участие в

учениях. Свыше 65 % инвалидов этих категорий указали на необходимость дополнительного противопожарного обучения.

Недостатки противопожарной подготовки очень четко просматриваются из ответов анкетированных инвалидов на вопрос об их предполагаемых действиях при пожаре: «не знаю», «не задумывался». Очень характерен ответ «растеряюсь» и «буду ждать помощь» или «буду просить о помощи». Более того, наличие инвалидности в условиях развития чрезвычайной ситуации обуславливает в некоторых случаях даже обреченность, которая проявляется в ответах: «подумаю о своих детях», «я буду молиться».

Респондентам предлагалось также высказать свои соображения на- счет необходимых, по их мнению, методов и средств повышения их пожарной безопасности. Анализ ответов выявил поразительное единодушие – для движения в здании слепых и слабовидящих людей «нет ориентиров».

Поэтому для обеспечения возможности самостоятельного ориентирования инвалидов в здании необходимы «звуковые маяки» – устройства, транслирующие определенный звуковой сигнал, обозначающий, например, эвакуационный выход, или, если смотреть шире, позволяющие установить пространственное взаимоотношение человека с внутренней планировкой здания. Причем исследования, проведенные в нашей стране, показали высокую эффективность обучения слепых людей, даже детей, ориентации в пространстве с помощью звукосигнальных тифлотехнических приборов. Отсутствие тактильной и цветовой разметки ухудшает маневрирование, вынуждает людей двигаться наощупь, что ведет к снижению общей скорости движения. Наибольшие сложности вызывают дверные проемы (стеклянные двери и отсутствие контрастных цветовых обозначений выходов) и лестничные марши из-за отсутствия тактильных и контрастных обозначений первой и последней ступеней.

В целом, инвалиды с недостатками зрения в большей мере, чем зрячие люди, полагаются на добросовестное исполнение должностными лицами своих обязанностей, что позволит, по их мнению, предотвратить возникновение

пожара и в значительной мере нивелировать его последствия.

Отмечается большая надежда инвалидов на технические средства систем пожарной автоматики. Ряд респондентов связывает свою безопасность с автоматическими установками пожаротушения, позволяющими своевременно локализовать и потушить пожар.

Результаты исследований движения людских потоков, состоящих из маломобильных людей трудоспособного возраста, находящихся в стационарах больниц, позволили установить значения, характеризующие их параметры. Статистический анализ выборочных совокупностей показал существенное различие между сериями, сгруппированными по признакам «способ движения»: передвигающиеся без дополнительных опор, с одной дополнительной опорой, с двумя дополнительными опорами и на кресле-коляске (передвигающиеся самостоятельно), и по признаку «возраст».

Полученные в результате исследований значения сведены в таблицу 2.6.

Исследования особенностей движения людей с нарушениями зрения при эвакуации позволили установить ряд особенностей, главными из которых является сложности движения через незнакомые узкие участки пути, а также тактильный контакт с окружающими людьми и ограждающими конструкциями (стенами, перилами и т. п.) (рисунок 2.3).

Статистический анализ параметров движения слепых и слабовидящих людей показал существенное различие между сериями, полученными при движении по знакомому и незнакомому видам пути. Исходя из этого, для оценки параметров движения людей с нарушениями зрения необходимо, чтобы был введен классификационный признак, отражающий изученность маршрута эвакуации (таблица 2.7).

Таблица 2.6 - Параметры движения людского потока людей с поражением опорно-двигательного аппарата (мужчины моложе 60 лет и женщины моложе 55 лет)

Группа мобильности	Параметры	Величина параметров по видам пути			
		Горизонтальный	Проем	Лестница вниз	Лестница вверх
Без дополнительных опор	V , м/мин	62,05	56,53	42,12	31,84
	D , чел/м ²	0,4	0,74	0,64	1,12
	a	0,4	0,5172	0,2112	0,587
С одной опорой	V , м/мин	44,03	37,67	24,09	13,69
	D , чел/м ²	0,77	0,017	0,96	1,24
	a	0,4135	0,1467	0,522	0,4634
С двумя опорами	V , м/мин	55,34	22,45	12,86	10
	D , чел/м ²	1,3	0,38	–	–
	a	0,3014	0,3425	–	–
Смешанный поток	V , м/мин	58,01	47,5	42,12	29,02
	D , чел/м ²	0,95	0,81	0,92	1,0
	a	0,4426	0,4356	0,4635	0,5255

В результате исследований было установлено, что значительное число людей с поражением слуха имеют сложности с ориентированием в здании (43,5 %). Оказалось, что основной проблемой, с которой сталкиваются глухие и слабослышащие люди является, по их словам, «информационный голод», связанный с отсутствием либо ограничением звуковой информации (шумов и сигналов), поступающей из внешнего мира, рисунке 2.4.

Дверной проем



Окружающие направляют человека с сильной потерей зрения, держа его за талию

Горизонтальный путь и лестница



Тактильный контакт с ограждающими конструкциями и более ярко выраженное совместное движение у слабовидящих и слепых людей

Рисунок 2.3 - Особенности эвакуации слепых и слабовидящих людей

Таблица 2.7 - Параметры людского потока, состоящего из слепых и слабовидящих людей

Группа мобильности	Параметры	Величина параметров по видам пути			
		Горизонтальный	Проем	Лестница вниз	Лестница вверх
По знакомому пути	V , м/мин	49,79	32,15	40,39	34,01
	D , чел/м ²	1,03	0,20	0,97	0,82
	a	0,4919	1,1898	0,5188	0,3869
По незнакомому пути	V , м/мин	26,34	17,01	21,37	18,00
	D , чел/м ²	1,03	0,20	0,97	0,82

	<i>a</i>	0,4919	1,1898	0,5188	0,3869
--	----------	--------	--------	--------	--------



Рисунок 2.4 - Зоны восприятия информации для здоровых людей и людей с нарушением слуха

В анкетах большинство из них указали, что ограничение слуха влияет на скорость движения, снижая ее значения. Анализ ответов показал, что основной причиной для этого является «необходимость крутить головой на 180°» для того, чтобы не пропустить какую-либо информацию. Более того, было установлено, что в процессе эвакуации люди с нарушениями слуха обсуждают вопросы эвакуации (рисунок 2.5). Для этого им необходимо развернуться, чтобы видеть руки и губы собеседника, а это снижает общую скорость движения.

Еще одной причиной снижения скорости является желание избежать нежелательного контакта с другими пешеходами. Так, опрошенные отмечали, что не слышат шагов и других звуков, сопровождающих движение, и, как следствие, они сами становятся помехой для окружающих и их часто «толкают люди». Более того, многие опрошенные указали, что наибольший дискомфорт они испытывают при движении по относительно узким участкам пути, на которых по указанной выше причине чаще возникает контактное движение.

Дальнейшая обработка полученных экспериментальных данных позволила установить влияние плотности и эмоционального состояния на параметры движения людей с нарушениями слуха (таблица 2.8).

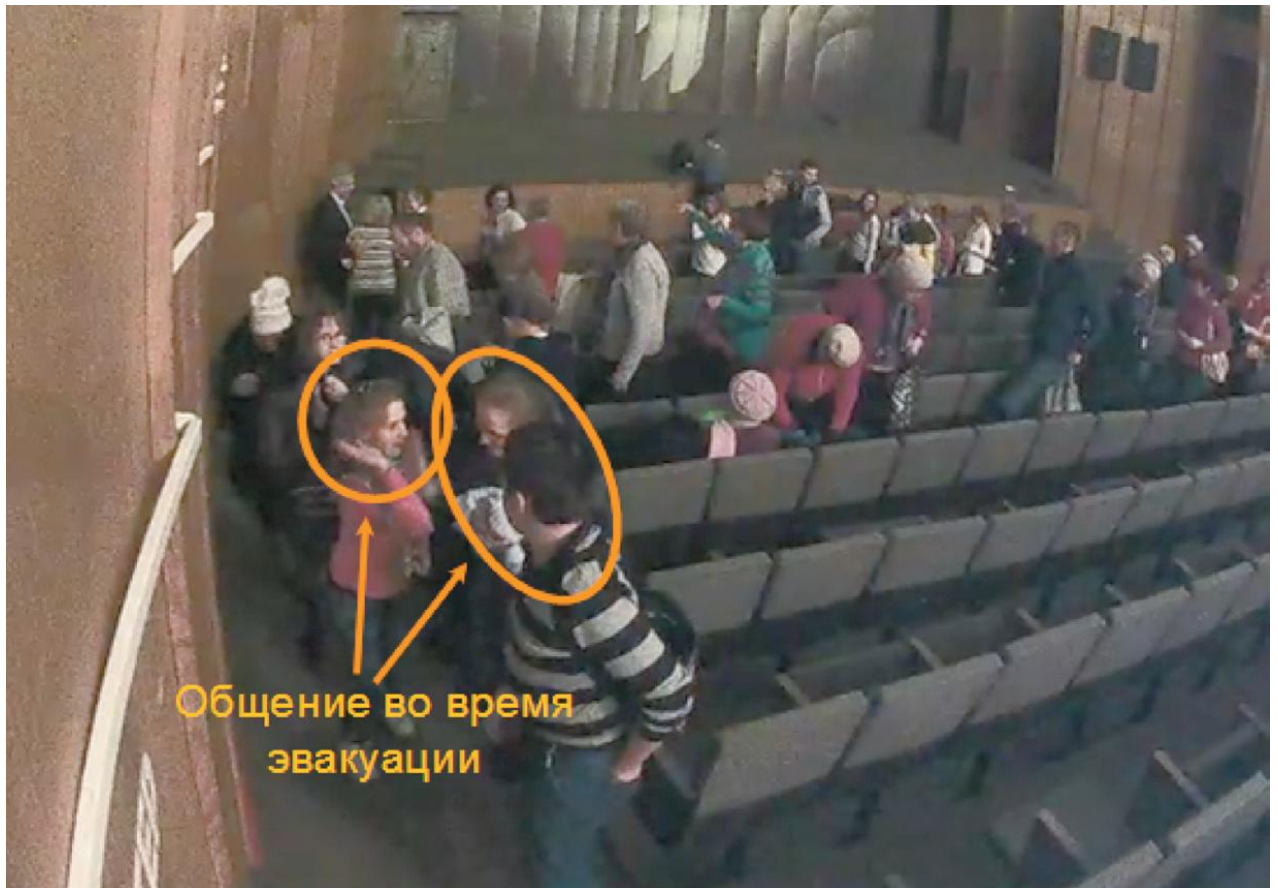


Рисунок 2.5 - Эксперимент в театре Мимики и Жеста (Москва): 67,7 % эвакуирующихся участвовали в обсуждении эвакуации; средний размер группы 2–3 человека; среднее время беседы 2,7 с.

Таблица 2.8 - Параметры людского потока, состоящего из глухих и слабослышающих людей

Параметры	Величина параметров по видам пути			
	Горизонтальный	Проем	Лестница вниз	Лестница вверх
V , м/мин	82,36	82,36	82,36	53,81
D , чел/м ²	0,58	0,73	0,91	0,72
a	0,301	0,202	0,380	0,373

Проведенные исследования позволили разработать классификацию маломобильных людей с учетом дифференциации ранее предложенных групп мобильности и ее доработки с учетом возраста маломобильных пешеходов, использования ими дополнительных опор при движении и условий движения (таблица 2.9).

Таблица 2.9 - Классификация людей по группам мобильности

Способ передвижения и вид дисфункций организма		Люди молодого и среднего возраста (мужчины моложе 60 лет и женщины моложе 55 лет)	Пожилые (мужчины старше 60 лет и женщины старше 55 лет)
Без дополнительных опор		М0	П0
С одной дополнительной опорой		М1	П1
С двумя дополнительными опорами		М2	П2
Самостоятельно передвигающиеся на креслах-колясках с ручным приводом		МК	ПК
Несамостоятельно передвигающиеся на креслах-колясках с ручным приводом		КН	
Переносимые с помощью носилок		НМ	
Слепые и	Передвигающиеся по известному пути	СС-И	

слабовидящие	Передвигающиеся по неизвестному пути	СС-Н	
Глухие и слабослышащие		МГ	ПО

Таким образом, в результате исследования были установлены значения параметров, характеризующих поточное движение маломобильных людей с поражением опорно-двигательного аппарата, зрения и слуха, и разработана общая классификация для людей с ограниченными возможностями с учетом фактического влияния вида дисфункций организма на мобильность.

2.4 Особенности эвакуации престарелых людей при пожаре

Население мира стареет все быстрее и быстрее. В настоящее время около 10 процентов жителей Земли – это пожилые люди в возрасте 60 лет и старше. В 2005 году в мире было 672 миллиона пожилых людей, а к 2050 году, по прогнозам специалистов, число пожилых людей возрастет почти в три раза и достигнет 2 миллиардов. Причем самый большой прирост населения наблюдается у женщин в возрастной категории 80 лет и старше [22].

В нашей стране (как и в подавляющем большинстве стран) наблюдается общемировая тенденция к росту численности пожилых граждан, которая составляет на 2015 г. свыше 25 млн. человек (рисунок 2.6). Более того, согласно прогнозам, к 2050 году в России ожидается увеличение доли престарелого населения почти в 2 раза.

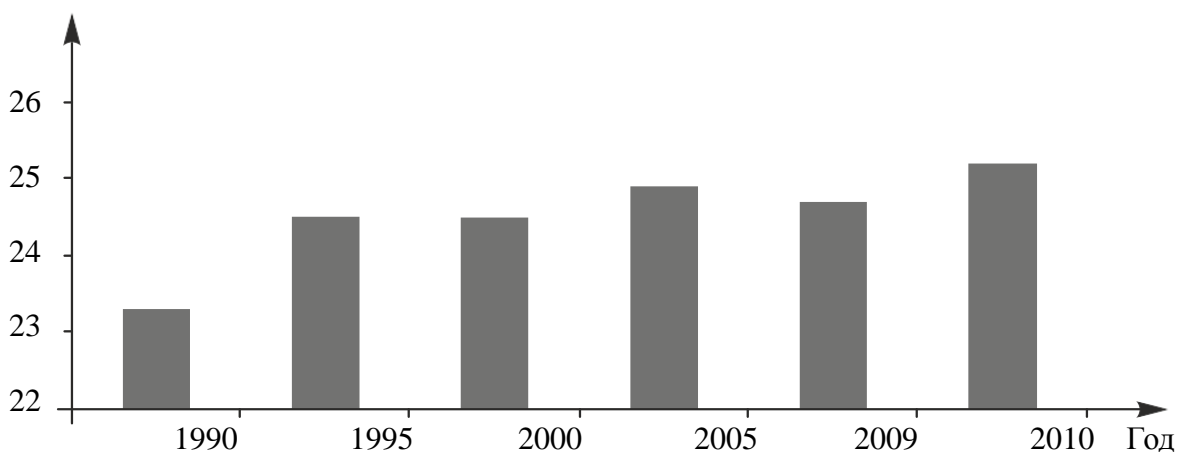


Рисунок 2.6 - График изменения количества людей старше 60 лет в России за период с 1990 по 2010 гг.

Длительное время в мировой практике ведутся исследования, связанные с процессами старения населения Земли. С точки зрения архитектуры, все более значимым для проектирования зданий и сооружений фактором становится увеличение количества престарелого населения. В нашей стране и за рубежом появляется множество программ, направленных на поддержание активной социальной жизни престарелых граждан. Однако вопросам их пожарной безопасности уделяется, к сожалению, не так много внимания, что находит свое отражение в цифрах статистики: в нашей стране на пожарах ежегодно погибает 3–4 тысячи человек пожилого возраста, и с учетом общедемографических тенденций (увеличение их численности) ситуация с пожарной безопасностью без принятия действенных мер не улучшится.

Старение – процесс закономерный, общебиологический, наблюдаемый во всем материальном мире. Старение – процесс необратимых структурных изменений в организме, нарушающий адаптацию человека к изменениям в окружающей его среде, одной из причин этого является наличие иных эргонометрических параметров для престарелых людей.

Особенности эвакуации таких людей обусловлены следующими возрастными проблемами: дезориентация во времени и в пространстве, забывчивость, проблемы с фокусировкой внимания, снижение умственных способностей, ухудшение зрения и слуха, затруднение дыхания, пониженная мобильность, пониженная моторика кистей и пальцев рук (трудности при открывании дверей, включении пожарной сигнализации, звонках по телефону и т. п.). Возрастные дисфункции организма и их влияние на деятельность при пожаре приведены в таблице 2.10.

Таблица 2.10 - Возрастные дисфункции организма и деятельность при пожаре

Проявление возрастных дисфункций организма	Деятельность при возникновении пожара
Повышенная глубина реакции на указания и команды	Возникновение паники

Продолжение таблицы 2.10

Расстройства памяти и внимания	Затруднения восприятия и снижение скорости реагирования на сигналы системы оповещения и управления эвакуацией, в том числе дежурного персонала
Ухудшение зрения	Сниженная скорость движения, затрудненное восприятие знаков пожарной безопасности
Ухудшение слуха	Сложность выполнения указаний системы оповещения и взаимодействия с окружающими (эвакуирующиеся, персонал, пожарно-спасательные подразделения)
Снижение возможностей опорно-двигательного аппарата	Снижение скорости движения. Уменьшение маневренности и устойчивости. Использование дополнительных опор. Невозможность использования лестниц.
Снижение микромоторики рук	Звонок в пожарную охрану, в том числе с мобильного телефона. Подготовка к эвакуации. Открывание дверей

Общее ослабление организма ввиду его старения (снижение силы и выносливости)	Рост усталостных показателей при движении (уменьшение максимального расстояния). Невозможность тушения пожара. Пониженная устойчивость к компрессионной асфиксии в потоке высокой плотности
--	---

Продолжение таблицы 2.10

Дисфункции не диагностируются и не проявляются	Любая деятельность, кроме тяжелой физической работы (тушения пожара, спасение материальных ценностей)
--	---

Возрастные изменения в организме человека находят свое отражение в деятельности при пожаре. Наиболее частые первые действия людей при пожаре в зависимости от их возраста приведены в таблице 2.11 [22].

Таблица 2.11 - Наиболее частые первые действия людей при пожаре в зависимости от их возраста

Первые действия при пожаре	Процент выполнения действий в зависимости от возраста опрошенных			
	41–50 лет	51–60 лет	61–70 лет	Старше 70 лет
Тушить пожар	17,0	18,7	14,7	12,7
Позвонить в пожарную охрану	14,1	13,7	12,6	10,1

Оповестить окужающих	14,6	–	–	–
Исследовать ситуацию	18,5	19,1	21,1	16,4
Минимизировать риск	–	14,1	–	–

Данные таблицы показывают, что с возрастом снижается активность при пожаре. Уменьшается как разброс направлений деятельности, так и количество людей, активно реагирующих на чрезвычайную ситуацию. Анализ статистических данных различных стран мира показывает значительно меньшую приспособляемость, и, как следствие, большую уязвимость престарелых людей при пожаре [23, 24].

Очень показательно иллюстрирует проблемы пожарной безопасности престарелых людей один из действующих областных домов для престарелых [25]. Результаты исследования затруднений, которые возникают у указанного контингента людей при эвакуации, приведены в таблице 2.12.

Таблица 2.12 - Результаты опроса проживающих в доме престарелых

Особенности эвакуации	Ответ	% от числа опрошенных
Испытываете ли Вы затруднения при ходьбе?	да	71
	нет	29
Испытываете ли Вы сложности со зрением или слухом?	да	71
	нет	29
Имеете ли Вы сложности с ориентированием в здании?	да	31
	нет	69
Сможете ли Вы самостоятельно (без помощи персонала) выйти из здания?	да	87
	нет	13
Вам известно, что надо делать при пожаре?	да	81
	нет	19

Знакомы ли Вы с планом эвакуации?	да	69
	нет	31

Из данных таблицы 2.12 видим, что контингент проживающих в основном состоит из пожилых людей старше 65 лет, из которых 71 % имеют сложности с движением, слухом и зрением. При пожаре 13 % проживающих людей не смогут самостоятельно выйти из здания. Все это предъявляет существенные требования к противопожарной подготовке персонала. В ходе этого же исследования было установлено, что правильно действовать (в соответствии с инструкциями) в случае пожара будут всего 30 % обслуживающего персонала. Результатом сложившейся ситуации стало то, что при эвакуации рассматриваемого здания время начала эвакуации составило около 15 мин. при общей продолжительности эвакуации 24 мин.

Рассмотрим характеристики основного функционального контингента одного из типовых московских домов престарелых. В указанном доме престарелых проживают 411 престарелых людей. 391 человек из их числа (95,1 %) являются инвалидами различных групп: 1 группы – 101 чел., 2 группы – 265 чел., 3 группы – 25 чел. (таблица 2.13).

Таблица 2.13 - Характеристика основного функционального контингента отделений в доме престарелых

Количество человек	
Отделение милосердия	Общее отделение
Персонал	
9 (в дневную смену)	9 (в дневную смену)
5 (в ночную смену)	2 (в ночную смену)
Пациенты с разным способом передвижения	
	Без дополнительных

С двумя дополнительными опорами - 4	опор – 18
С помощью ходунков – 25	С одной дополнительной
На креслах-колясках – 3	опорой – 42
Немобильные – 28	

Очевидно, что в ночное время в отделении милосердия при возникновении чрезвычайной ситуации может возникнуть сложная ситуация ввиду большого количества немобильных людей (28 чел.) на 5 человек персонала. Оценивая ситуацию в целом, можно утверждать, что пожарная безопасность престарелых людей, самой природой поставленных в крайне уязвимое состояние, представляет собой сложную задачу. Например, по данным статистики, в г. Москве престарелые люди вообще находятся в группе риска, а количество погибших является наибольшим по сравнению с другими возрастными категориями (рисунок 2.7).

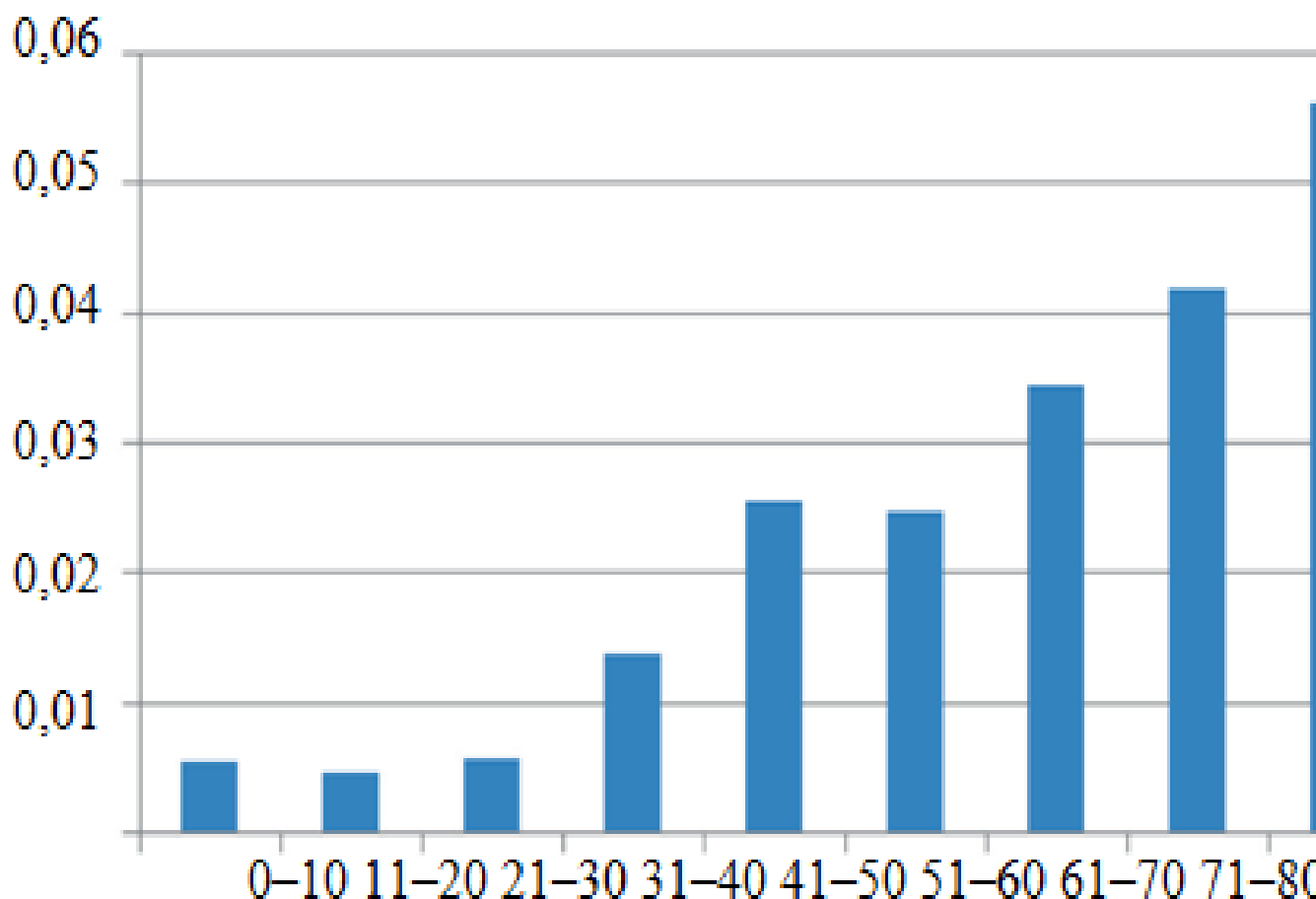


Рисунок 2.7 - Риск гибели (отношение количества погибших в год к количеству людей данной возрастной группы) людей различных возрастных групп на пожарах в г. Москве (по данным за 2015–2016 гг.)

Такая уязвимость связана с рядом факторов. Существуют, казалось бы, незаметные для молодых людей проблемы, влияющие на время и успешность эвакуации престарелых людей. Например, в ходе исследования [26] было установлено, что пожилые люди испытывают затруднения при открывании дверей. Для выявления наиболее удобного и быстрого способа открывания двери была разработана экспериментальная установка, отображенная на рисунке 2.8.

Эксперименты показали, что потери времени при открывании замка ключом (попадание в замочную скважину) достигали 14 с, а поворотная ручка с круглой головкой оказалась крайне неудобной. Наиболее подходящей для

престарелых людей является дверная ручка нажимного действия, при этом усилие на открывание двери не должно превышать 50 Ньютонов. Кроме того, приблизительно для 10 % людей старше 65 лет (не относящихся к МГН) требуется отдых при эвакуации. Преодоление проемов у пожилых людей может вызывать существенные сложности (рисунок 2.9).

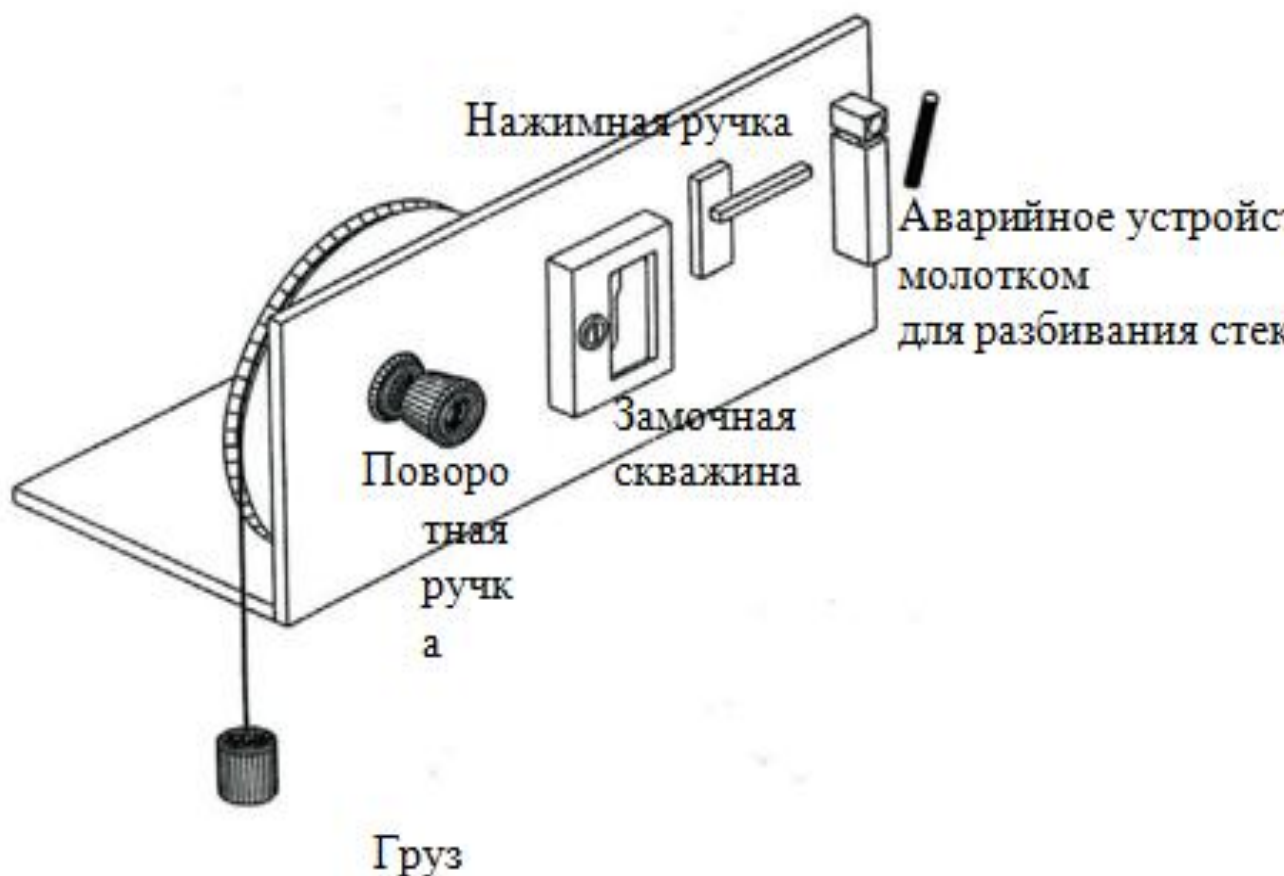


Рисунок 2.8 - Экспериментальная установка для определения оптимальной дверной запорной арматуры на путях эвакуации инвалидов [26]

Как правило, низкая скорость передвижения связана с целым комплексом возрастных физиологических процессов, однако наиболее серьезно это проявляется при нарушении равновесия и ходьбы, что встречается в практике довольно часто и может быть вызвано различными возрастными заболеваниями (парадоксальная акинезия, паркинсонизм, дисбазия и др.) [27–29]. Нарушения проявляются различным образом. Например, наблюдаются проблемы

инициации и способности поддерживать движение: при попытке начать ходьбу ноги как будто «приклеиваются» к полу, чтобы сделать первый шаг престарелый человек вынужден долго переминаясь с ноги на ногу или раскачивать туловище и ноги в переднезаднем направлении.



а



б



в



г

а – снижение скорости и остановка движения для разворота с целью преодоления дверного проема; *б* – опирание на правую и левую створки дверного проема и блокирование возможности движения для других участников эвакуации; *в* – опирание двумя руками на дверной косяк; *г* – оказание помощи для завершения маневра. Общее время преодоления проема составило 12 с.

Рисунок 2.9 - Преодоление проема пожилым (немогущим) человеком (*а* и *б* – наружу, *в* и *г* – внутрь)

При повороте, преодолении препятствия, прохождении через узкий проем, требующих переключения двигательной программы, пожилой человек может внезапно «застыть». При этом его ноги останавливаются «как вкопанные», а туловище продолжает движение вперед, что может привести к падению. Вообще падения пожилых людей отмечаются достаточно часто: такие эпизоды в течение года происходят у 28–45 % пожилых, а среди лиц, находящихся в домах престарелых – у 45–61% [21].

Зрительные стимулы (например, веревка на полу) могут привести к остановке движения. Вопрос, заданный им при движении, внезапный звук или неожиданное прикосновение могут привести к замедлению движения или к остановке.

Особые трудности вызывает движение по лестнице. Для пожилых немощных людей сам процесс движения крайне трудоемок и энергозатратен. Это вынуждает их опираться на перила и поручни обеими руками (рисунок 2.10 *а*). Более того, низкая скорость их движения уменьшает эффективную ширину пути: *а*) при ширине марша 1,2 м. на 42 %; *б*) при ширине марша 1,05 м. на 48 %, что снижает общую интенсивность движения потока (рисунок 2.10 *б*).



а



б

Рисунок 2.10 - Движение пожилых (немогущих) людей по лестнице с опиранием двумя руками на перила (со средней скоростью по лестнице вверх – 12 м/мин и

вниз – 9 м/мин) и уменьшение интенсивности движения людского потока с 39 до 20 чел/м·мин.

Для уточнения установленных ранее зависимостей между параметрами людского потока группы мобильности М2 (к которой относятся пожилые люди), были проведены исследования [30, 31] людских потоков, состоящих из престарелых людей, по методикам [11], сформировавшимся в теории движения людских потоков. Результаты натурных наблюдений показали крайнюю разнородность такого потока как по качественным (особенности движения по различным видам пути), так и по количественным характеристикам (например, скорости движения). Это связано с индивидуальными особенностями старения организма, наличия или отсутствия заболеваний, необходимости использования дополнительных опор и т. п.

С целью детализации параметров поточного движения людей пожилого возраста в зданиях класса Ф1.1 была проведена серия экспериментов [31]. Исследование привело к разработке классификации, учитывающей их физические возможности и мобильные качества, используемые при эвакуации в начальной стадии пожара (рисунок 2.11).



Рисунок 2.11 - Классификация по мобильным качествам людей, проживающих в стационарах социальных учреждений по обслуживанию граждан пожилого возраста

В результате исследований были установлены параметры движения

людей пожилого возраста при движении по различным видам пути (таблица 2.14). Группа мобильности «смешанный состав» была введена для решения практических задач на основе усредненных данных о той или иной группе мобильности.

Таблица 2.14 - Значения a , D и V при движении престарелых людей разной мобильности по различным видам путей в стационарах социальных учреждений по обслуживанию граждан пожилого возраста

Вид пути	Группа мобильности престарелых людей, способных к самостоятельной эвакуации	a	D , чел/м	V , м/мин
Горизонтальный	Непользующиеся опорами	0,425	0,86	45
	Пользующиеся одной опорой	0,428	0,96	25
	Смешанный состав	0,424	0,90	35
Проем	Непользующиеся опорами	0,253	0,18	50
	Пользующиеся одной опорой	0,456	1,02	20
	Смешанный состав	0,355	0,55	30
Лестница вниз	Непользующиеся опорами	0,367	0,62	30
	Пользующиеся одной опорой	0,505	1,26	20
	Смешанный состав	0,433	0,93	25
Лестница вверх	Непользующиеся опорами	0,414	0,88	30
	Пользующиеся одной опорой	0,338	0,56	20
	Смешанный состав	0,377	0,72	25
Пандус вниз	Непользующиеся опорами	0,468	1,11	40
	Пользующиеся одной опорой	0,353	0,58	25
	Смешанный состав	0,411	0,84	35
Пандус вверх	Непользующиеся опорами	0,389	0,92	35
	Пользующиеся одной опорой	0,368	0,72	15
	Смешанный состав	0,376	0,81	25

Информация, приведенная в данном разделе, указывает на определенное внимание и проработку вопросов, связанных с безопасной эвакуацией пожилых

людей. В настоящее время в Европе и Японии приступили к исследованиям пожарной безопасности престарелых людей с помощью специального костюма-симулятора (рисунок 2.12). Особенностью этого костюма является возможность имитации у молодого человека ощущений пожилого: в шлеме вмонтированы затычки для ушей, ухудшающие слух, а защитное стекло мешает нормально видеть. Все суставные соединения сделаны тугими. Кроме того, в перчатках смонтировано устройство, вызывающее покалывание рук как при артрите.



Рисунок 2.12 - Костюм-симулятор Age Explorer для исследования поведения престарелых людей

2.5 Особенности процесса эвакуации немобильных людей

Особую сложность представляет спасение людей, лишенных возможности самостоятельного движения. В стационарах больниц и особенно

домов престарелых и инвалидов, их количество может превышать 50 % от общей численности отделения, что при пожаре в ночное время с учетом ограниченного количества персонала ведет к трагическим последствиям. Наиболее распространенным методом спасения является вынос человека на носилках [32]. Однако сложности начинаются уже на самом первом этапе – перекладка человека с кровати на носилки (рисунок 2.13).



Рисунок 2.13 - Перекладка пациента с кровати на носилки: самый первый этап эвакуации вызывает сложности

Например, две медсестры – женщины среднего возраста – без явной угрозы для своего здоровья не могут переместить пациента весом 90 кг даже с кровати на носилки.

Но самым сложным элементом эвакуации для медработников-женщин оказывается перемещение пациента на носилках по лестнице. Во-первых, далеко не все люди физически способны к такой тяжелой работе. Во-вторых, при эвакуации по вертикальным эвакуационным путям решающее значение оказывают размеры лестничной площадки: чем она шире, тем быстрее происходит разворот. При ширине лестничного марша менее 1,2 м стандартные носилки (длиной 2,1 м) развернуть крайне сложно.

Отмечается также, что у медработников-женщин наблюдается резкое снижение скорости и дальности переноски по лестнице пациентов весом 60 кг. При этом предел физических сил у переносящих носилки людей (как женщин, так и мужчин) возникает не по причине общей усталости организма, а в результате крепатуры (забитости) мышц рук. Было выявлено, что при переноске носилок больше всего напрягаются мышцы предплечий, работающие на сжатие пальцев. При продолжительной переноске носилок с пациентом из-за крепатуры мышц предплечий ручки носилок могут просто выскользнуть из пальцев, что может привести к травме переносимого человека. Для того чтобы этого избежать, можно применять при переноске дополнительные средства, например ремни или лямки, которые используются тяжелоатлетами для поднятия штанги, что позволит нести носилки более продолжительное время.

Экспериментально установлено, что максимальное количество рейсов спасения, осуществляемое одной парой спасателей с третьего этажа здания, не превышает 8, со второго – не превышает 11, с первого – не более 20.

2.6 Некоторые особенности процесса эвакуации беременных женщин

Снижение показателей материнской и младенческой смертности, в том

числе, при пожаре, представляет собой одну из стратегических задач государства, поэтому необходимо принять все возможные меры по обеспечению пожарной безопасности женщин, находящихся в местах их массового пребывания – в стационарах медицинских учреждений.

В последнее время активно идет изучение процесса эвакуации различных маломобильных групп населения. К их числу отнесены: инвалиды, люди с временным нарушением здоровья, беременные женщины, люди преклонного возраста, люди с детскими колясками и т. п. Выделено четыре группы людей по мобильности и установлены параметры их движения. Однако беременные женщины не отнесены ни к одной из них; параметры их движения не установлены.

В организме женщины в самом начале беременности начинает выделяться огромное количество гормонов и других биологически активных веществ. Адаптация к новому состоянию проходит не всегда легко: беременные часто сталкиваются со слабостью, головокружением, тошнотой, рвотой, болями при движении. С ростом плода возрастает нагрузка на все системы организма и особенно на опорно-двигательный аппарат. Вследствие вышеперечисленных причин у женщины отмечается ухудшение общего самочувствия, что влияет на скорость движения. Следует также отметить, что у женщин изменяются и габариты тела.

Для выполнения расчетов рисков, назначения размеров эвакуационных путей и выходов, а также решения ряда иных задач пожарной безопасности, необходимо знать эргономические габариты и площади горизонтальной проекции женщин, готовящихся стать матерями. Например, в NFPA 101 Life Safety приводятся размеры, представленные на рисунке 2.14.

Для определения площади горизонтальной проекции необходимо также было провести фактические обмеры. В результате было установлено, что площадь горизонтальной проекции беременной женщины (рисунок 2.15) составляет 0,13 м².

Для изучения скоростей движения женщин рассматриваемой группы

были проведены замеры на различных видах пути (рисунок 2.16).

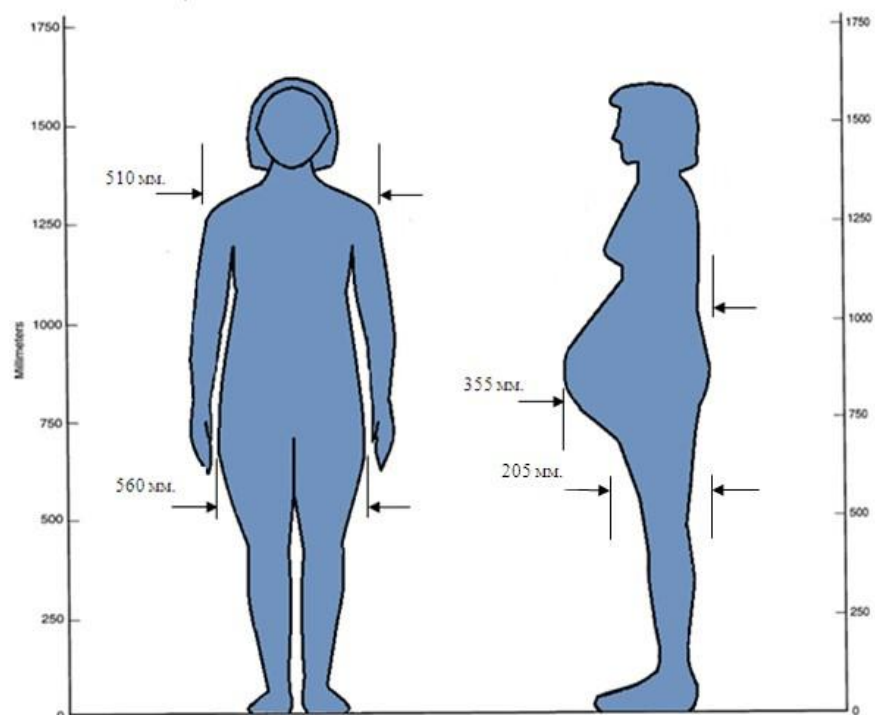


Рисунок 2.14 - Размеры беременных по данным NFPA 101 Life Safety

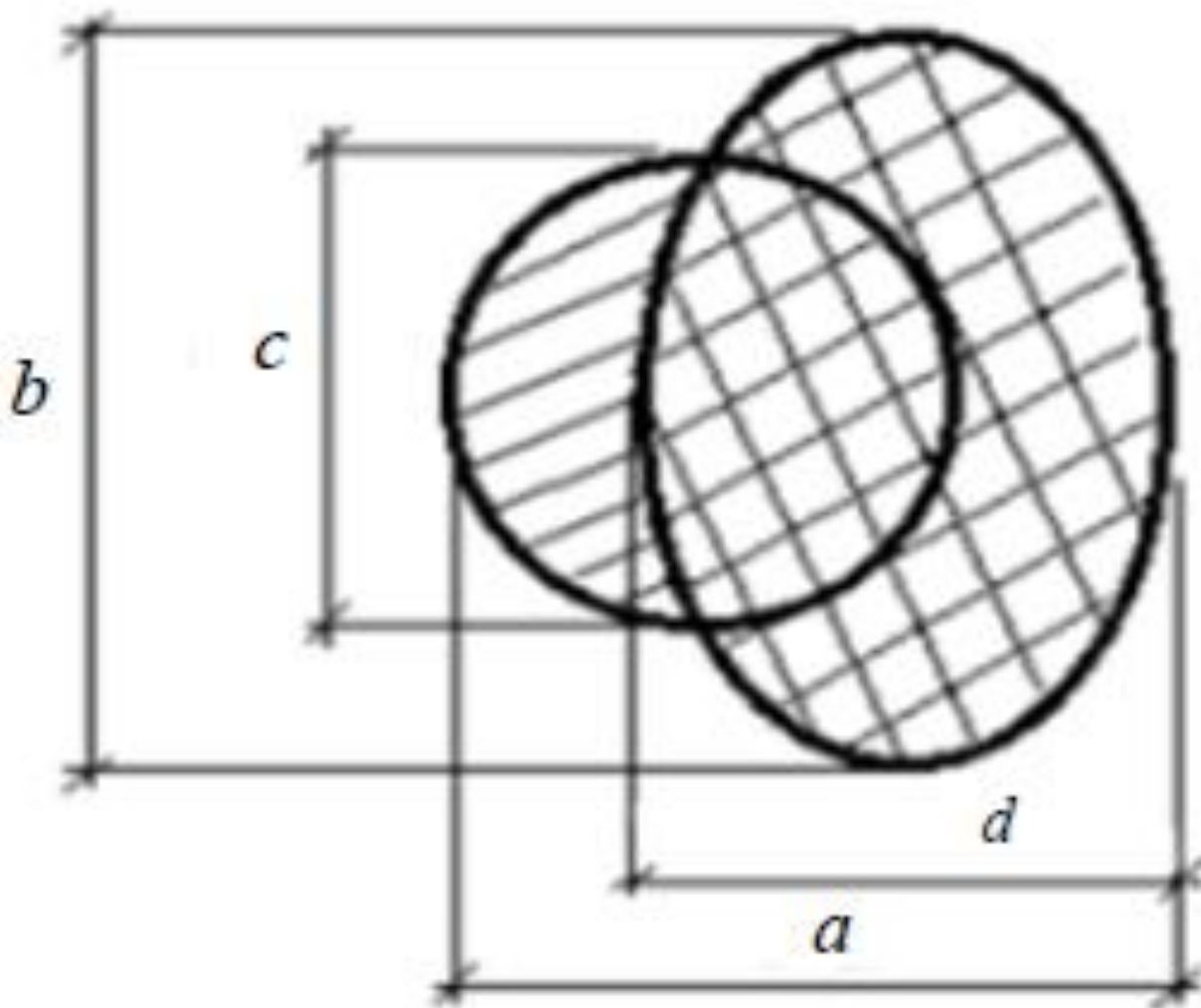


Рисунок 2.15 - Площадь горизонтальной проекции беременной женщины:

$a = 0,355$ м; $b = 0,560$ м; $c = 0,300$ м; $d = 0,205$ м



a – движение по горизонтальному участку пути; b – движение по лестнице вниз; c – движение по лестнице вверх

Рисунок 2.16 - Преодоление различных участков эвакуационных путей пациентками роддомов и перинатальных центров:

Ввиду психологических особенностей рассматриваемого контингента женщин, экспериментальная работа была существенным образом ограничена, тем не менее, в результате были получены средние значения скоростей (таблица 2.15). Следует иметь в виду, что при экспериментальной эвакуации стационаров больниц, людские потоки, состоящие из беременных женщин, с плотностью $D > D_0$ не образуются.

Таблица 2.15 - Средние значения V для различных участков пути для беременных женщин

Вид пути	V , м/мин	Стандартное отклонение, м/мин
Горизонтальный	30	5
Лестница вверх	25	3
Лестница вниз	20	3

Данные таблицы 2.15 показывают низкие скорости движения, особенно по лестнице вниз. Это подтверждается данными анкетного опроса, в результате которого было установлено, что самым сложным участком пути является лестница. Около 20 % опрошенных указали, что для них спуск будет крайне затруднителен, что заставляет думать о необходимости разработки специальных технических решений, например, использования для их эвакуации специальных защищенных лифтов.

3 Проектирование алгоритмов действий пожарных подразделений по его тушению

При тушении пожаров личный состав гарнизона пожарной охраны должен соблюдать требования нормативных документов, регламентирующих действия, связанные с тушением пожаров и проведением АСР, и утвержденных в установленном порядке. Действия по тушению пожаров включают:

- прием и обработку вызова;
- выезд и следование к месту вызова;
- разведку;
- аварийно-спасательные работы;
- развертывание сил и средств;
- ликвидацию горения;
- специальные работы;
- сбор и возвращение в подразделение.

Прием и обработка вызова осуществляются в установленном порядке дежурным диспетчером подразделения федеральной противопожарной службы, далее - дежурный диспетчер и включает в себя:

- прием от заявителя и фиксирование информации о пожаре;
- оценку полученной информации и принятие решения о направлении к месту вызова сил и средств гарнизона пожарной охраны, предусмотренных расписанием выезда;
- подачу сигнала "ТРЕВОГА";
- подготовку и вручение должностному лицу, возглавляющему дежурный караул путевки о выезде на пожар, а также планов пожаротушения;
- обеспечение в установленном порядке должностных лиц гарнизона пожарной охраны имеющейся информацией об объекте пожара.

При приеме информации от заявителя о пожаре дежурный диспетчер должен установить:

- адрес пожара;

- наличие и характер опасности жизни и здоровью людей;
- особенности объекта, на котором возник пожар;
- фамилию, имя, отчество заявителя;
- сведения о пожаре, могущие повлиять на успешное выполнение основной задачи.

Подача сигнала "ТРЕВОГА" осуществляется сразу после установления адреса или иных сведений о месте пожара и принятия решения о выезде. Обработка вызова должна быть завершена за возможно короткое время и не задерживать выезд и следование к месту пожара. При необходимости и наличии технической возможности дополнительная информация о пожаре должна быть передана дежурным диспетчером начальнику караула по радиосвязи во время его следования к месту пожара.

Выезд и следование к месту вызова включают в себя сбор личного состава по сигналу "ТРЕВОГА" и его доставку на пожарных автомобилях и иных специальных транспортных средствах к месту вызова. Выезд и следование к месту вызова должны осуществляться в возможно короткое время, что достигается: - сбором и выездом личного состава дежурного караула в течение времени, не превышающего нормативное; - движением пожарных автомобилей по кратчайшему маршруту с использованием специальных сигналов и обеспечением безопасности движения; - знанием особенностей района выезда.

Для сокращения времени следования пожарных автомобилей к месту пожара на маршрутах их следования в необходимых случаях и в установленном порядке может перекрываться дорожное движение. Следование к месту вызова может быть приостановлено только по распоряжению дежурного диспетчера. При вынужденной остановке в пути следования головного пожарного автомобиля следующие за ним автомобили останавливаются и дальнейшее движение продолжают только по указанию начальника караула. При вынужденной остановке второго или следующих за ним пожарных автомобилей остальные, не останавливаясь, продолжают движение к месту

вызова. Старший начальник на пожарном автомобиле, прекратившем движение, немедленно сообщает о случившемся дежурному диспетчеру. При самостоятельном следовании к месту вызова отделения дежурного караула и вынужденной остановке пожарного автомобиля командир отделения сообщает о случившемся дежурному диспетчеру. А также, принимает меры по доставке личного состава и пожарно-технического вооружения к месту вызова.

При обнаружении в пути следования другого пожара начальник, возглавляющий подразделение федеральной противопожарной службы, далее ФПС, обязан выделить часть сил на его ликвидацию. О принятом решении он должен немедленно сообщить дежурному диспетчеру. Разведка представляет собой совокупность мероприятий, проводимых в целях сбора информации о пожаре для оценки обстановки и принятия решений по организации действий по тушению пожара и проведению АСР. Разведка ведется непрерывно с момента выезда на пожар и до его ликвидации.

При проведении разведки необходимо установить:

- наличие и характер угрозы людям, их местонахождение, пути, способы и средства спасения, а также необходимость защиты имущества;
- наличие и возможность вторичных проявлений опасных факторов пожара, в том числе обусловленных особенностями технологии и организации производства на объекте пожара;
- место и параметры пожара, что горит, а также возможные пути распространения огня;
- наличие и возможность использования систем и средств противопожарной защиты;
- местонахождение ближайших водоисточников и возможные способы их использования;
- наличие электроустановок под напряжением, возможность и целесообразность их отключения;
- состояние и поведение строительных конструкций на объекте, места их вскрытия и разборки;

- достаточность сил и средств гарнизона пожарной охраны, привлекаемых к тушению пожара;

- возможные пути ввода сил и средств для тушения пожаров и иные данные, необходимые для выбора решающего направления.

При проведении разведки необходимо использовать документацию и сведения, представляемые должностными лицами объекта, знающими его планировку, особенности технологических процессов производства. Разведку проводят руководитель тушения пожара, далее - РТП, а также должностные лица, возглавляющие действия по тушению пожара и проведению АСР на порученном им участке работы.

При организации разведки руководитель тушения пожара:

- определяет направления проведения разведки и лично проводит ее на наиболее сложном и ответственном направлении;

- устанавливает количество и состав групп разведки, ставит перед ними задачи, определяет применяемые средства и порядок связи, а также необходимые для разведки пожарно-техническое вооружение, оборудование и снаряжение;

- устанавливает меры безопасного ведения разведки личным составом;

- устанавливает порядок передачи полученной в ходе разведки информации.

В состав группы разведки входят не менее трех человек.

Личный состав, ведущий разведку, обязан:

- иметь при себе необходимые средства индивидуальной защиты, спасения, связи, тушения, приборы освещения, а также инструмент для вскрытия и разборки конструкции;

- проводить работы по спасению людей в случае возникновения угрозы для них;

- соблюдать требования правил охраны труда и техники безопасности; - докладывать старшему группы разведки своевременно в установленном порядке результаты разведки;

- при наличии явных признаков горения разведка проводится с рукавной линией и присоединенным к ней перекрывным стволом.

Деятельность оперативно-спасательной службы, в частности пожарно-спасательных подразделений непосредственно связана с быстрым реагированием на пожары и на разного рода чрезвычайные ситуации. Эффективность деятельности пожарно-спасательной службы зависит от умелого и быстрого выполнения действий, направленных на минимизацию убытков, которые может нанести пожар. Развитие пожара связано с ростом площади горения и возможностью влияния его опасных факторов.

Во время развития пожара различают три периода: свободного развития (тсв.р.), локализации (тлок.) и ликвидации пожара (тликв.). С точки зрения уменьшения убытков, причиненных пожаром, ключевое значение имеет уменьшение временных факторов тсв.р., тлок. и тликв. Стоит отметить, что на продолжительность свободного развития пожара (и, как следствие, на площадь пожара) главным образом влияет продолжительность следования пожарно-спасательных подразделений к месту его возникновения.

Залогом эффективной локализации и ликвидации пожара является качественное и умелое управление силами и средствами для быстрого прибытия к месту вызова. Здесь важно, чтобы руководитель тушения пожара обладал достаточным количеством информации о возможностях развития пожара и определил оптимальное количество сил и средств для его ликвидации. Поэтому уже в процессе следования к месту вызова анализируется оперативная документация на объект (планы и карточки пожаротушения). Актуальным в этом случае является применение компьютерных программ, которые бы позволили облегчить расчет параметров развития и ликвидации пожара, а также оптимального количества сил и средств для его ликвидации.

Итак, учитывая изложенное, является актуальной задача по разработке комплекса алгоритмов управления действиями пожарно-спасательных подразделений с целью уменьшения продолжительности свободного развития пожара и его быстрой локализации и ликвидации.

3.1 Анализ литературных данных и постановка проблемы

Вопросами уменьшения продолжительности следования оперативно-спасательных подразделений (и, как следствие, уменьшением продолжительности свободного развития пожара) занимались многие ученые.

В частности, вопрос оптимизации маршрутов следования рассматривался в работах ученых [34-43].

В работе [34] на основе данных о продолжительности следования и данных о маршрутах движения специальных транспортных средств за четыре года в Северной Вирджинии (США) предложена модель для выбора маршрута движения специальных транспортных средств.

В исследовании [35] для прогнозирования продолжительности следования специальных транспортных средств рассматриваются такие факторы, как интенсивность транспортного потока, количество полос движения на улично-дорожной сети и средняя скорость транспортного потока.

В работе [36] рассматривается модель для динамического проектирования маршрутов движения специальных транспортных средств с учетом времени суток, и, соответственно, интенсивности движения транспортного потока.

В работе [37] рассматривается моделирование процесса движения специальных транспортных средств с учетом того, что им разрешается отходить от некоторых требований правил дорожного движения, например, осуществлять проезд на запрещающий сигнал светофора.

Однако, в этих работах недостаточно внимания уделяется процессу влияния факторов (например, устройства улично-дорожной сети, ее характеристик, параметров транспортных потоков, технических средств организации дорожного движения) на продолжительность следования к месту вызова.

Для обеспечения пожарному автомобилю оптимальных условий движения возникает необходимость его идентификации среди других участников дорожного движения специальными звуковыми и световыми сигналами. Этим вопросам посвящается работа [38].

В некоторых странах осуществляли попытку обеспечить для пожарного автомобиля «зеленую волну» на регулируемых перекрестках [39-41].

В статье [42] исследуется вопрос аварийности специальных транспортных средств во время следования к месту вызова.

Также риск аварийности для пожарных автомобилей исследовался в работе [43].

Вопросы действий пожарно-спасательных подразделений, в частности локализации и ликвидации пожара, выбора оптимального количества сил и средств для выполнения этих задач, рассматривались в работах [39-43]. В указанных работах рассматриваются вопросы оптимизации технологии пожаротушения на предприятиях промышленности с момента прибытия пожарно-спасательных подразделений к месту вызова. В частности, авторами предлагается для повышения эффективности пожаротушения использовать новые технические средства пожаротушения, которые, к сожалению, имеются не у всех пожарно-спасательных подразделений.

Однако отсутствие алгоритмов для эффективного комплексного управления действиями пожарно-спасательных подразделений с момента получения уведомления о пожаре до момента возвращения в пожарное депо обуславливает сложность проведения исследований в вышеуказанных работах.

3.2 Цель и задачи исследования

Целью данного раздела является разработка алгоритмов для эффективного управления действиями пожарно-спасательных подразделений путем исследования влияния факторов на процесс развития и ликвидации пожара.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- исследовать факторы влияния на продолжительность свободного развития пожара, его локализации и ликвидации с целью уменьшения временных факторов тсв.р., тлок. и тликв.;

- разработать алгоритм для эффективного управления действиями пожарно-спасательных подразделений в процессе следования к месту вызова и выбора оптимальной технологии пожаротушения.

3.3 Методы исследования факторов влияния на периоды пожара и разработки алгоритма оптимизации эффективного управления действиями пожарно-спасательных подразделений

Проведение теоретических исследований осуществлялось на основе методов математического анализа, математической статистики и теории вероятности.

Точность результатов теоретических исследований является допустимой для проведения инженерных расчетов.

Обработка полученных результатов осуществлялась с использованием пакетов прикладных программ STATISTICA и Microsoft Excel.

Для разработки алгоритма оптимизации эффективного управления действиями пожарно-спасательных подразделений использовались методы имитационного моделирования, а также метод Монте-Карло.

3.4 Результаты исследований влияния факторов на периоды пожара и разработки алгоритма оптимизации эффективного управления действиями пожарно-спасательных подразделений

Значение тв.р. можно описать выражением:

$$T_{\text{тв.р.}} = t_{\text{тв.в.}} + t_{\text{тсп.}} + t_{\text{топ.}} + t_{\text{тзал.}} + t_{\text{тзб.}} + t_{\text{тсл.}} + t_{\text{то.р.}} \quad (3.1)$$

где тв.в. - время развития пожара и его обнаружения; тсп. – время оповещения о пожаре в оперативно-спасательную службу; топ. - продолжительность обработки сообщения о пожаре; тзал. - необходимое время для привлечения сил и средств; тзб. - время сбора и выезда сил пожарно-расчетной службы; тсл. - продолжительность следования к месту вызова; то.р. - время оперативного развертывания сил и средств.

Как уже говорилось, в большинстве случаев на продолжительность свободного развития пожара тв.р. влияет время следования пожарно-спасательных подразделений к месту его возникновения.

По прибытии пожарных площадь пожара продолжает расти вплоть до момента его локализации тлок. (рисунок 3.1).

В общем, значение площади пожара S_p можно определить из зависимости:

$$S_p = k V_{л} (\tau_1 + \tau_2) \quad (3.2)$$

где k - коэффициент, учитывающий угол развития пожара ($k = 0,5$ при угле 180° , $k = 0,25$ при угле 90°);

$V_{л}$ – линейная скорость распространения пожара, м/мин.;

τ_1 – первые 10 мин. свободного развития пожара (const);

τ_2 – продолжительность свободного развития пожара на момент локализации без учета τ_1 .

Знание параметра S_p для руководителя тушения пожара имеет чрезвычайно важное значение, поскольку позволяет определить необходимое количество сил и средств для его успешной ликвидации.

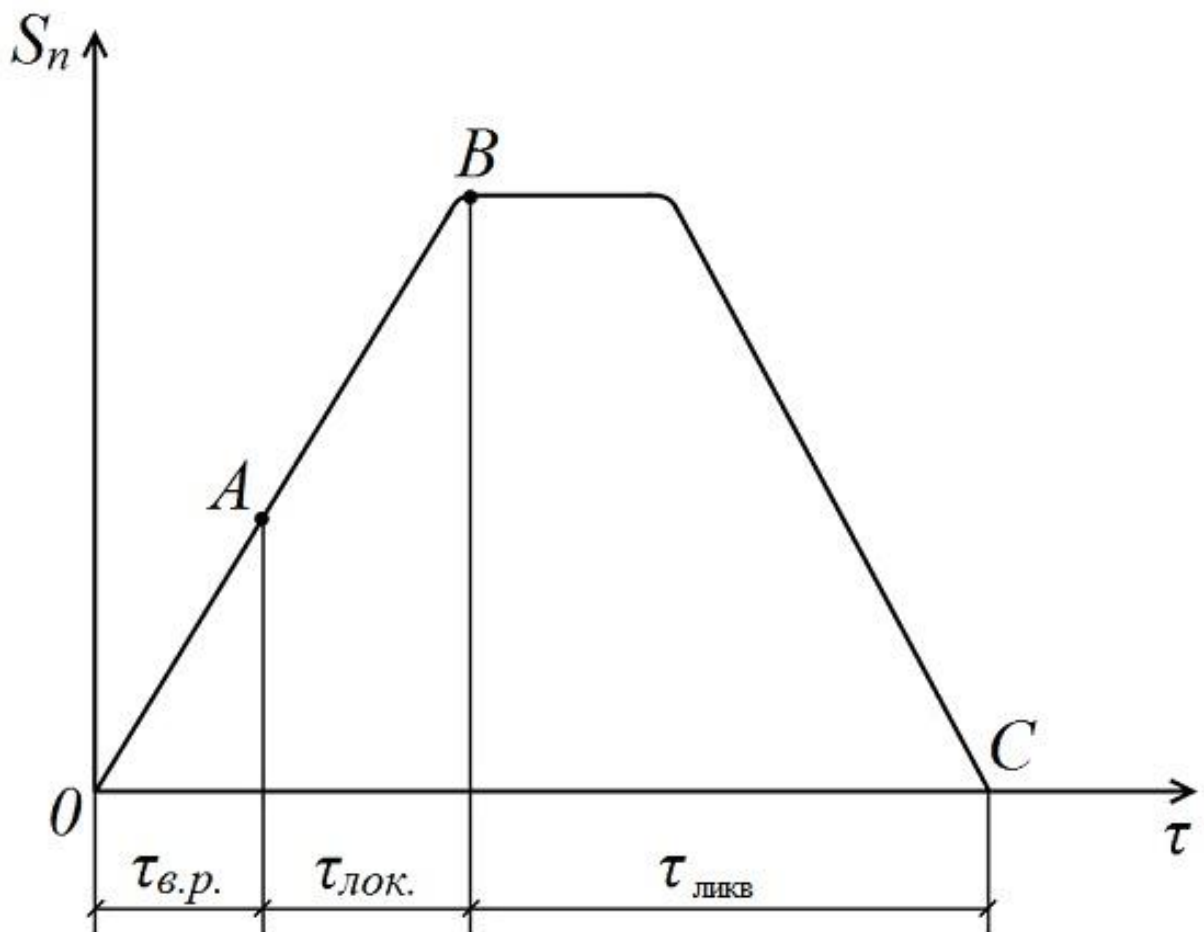


Рисунок 3.1 - Графическая зависимость параметров развития пожара

Пользуясь зависимостью (3.2) можно получить ряд зависимостей, которые дают возможность установить значение S_p в зависимости от продолжительности свободного развития пожара. Например, для углового пожара (90°), такая зависимость будет иметь вид:

При $V_{л}=0,5$ м/мин:

$$S_p = \dots \quad (3.3)$$

При $V_{л}=1,0$ м/мин:

$$S_p = \dots \quad (3.4)$$

При $V_{л}=2,0$ м/мин:

$$S_p = \dots \quad (3.5)$$

При $V_{л}=3,0$ м/мин:

$$S_p = \dots \quad (3.6)$$

К сожалению, нередко значениями влияния приведенных выше факторов пренебрегают. Например, согласно [43], при расчетах рекомендуется принимать среднюю скорость движения пожарных автомобилей 45 км/ч на широких улицах с твердым покрытием и 25 км/ч - на сложных участках.

Исходя из вышеизложенного, для создания алгоритма эффективного управления действиями пожарно-расчетных подразделений на основании данных [43] с использованием пакета прикладных программ STATISTICA получены зависимости, позволяющие установить значение продолжительности следования пожарного автомобиля к месту вызова и, как следствие, установить площадь пожара.

Например, приведен случай при $V_{л} = 1$ м/мин. в зависимости от расстояния до места вызова и времени суток:

$$\begin{aligned}
 & \tau_{т.р.} = 2,7 + 0,015 L + 0,04 T \\
 & \tau_{т.л.} = 2,8 + 0,015 L + 0,04 T \\
 & \tau_{т.лок.} = 3,0 + 0,015 L + 0,04 T \\
 & \tau_{т.ликв.} = 3,6 + 0,015 L + 0,04 T
 \end{aligned}
 \tag{3.8}$$

где L - расстояние до места вызова, км.; T - время суток в пределах 0-24, ч.

Итак, с целью оптимизации значений тв.р., тлок. и тликв. рассмотрим разработку алгоритма эффективного управления действиями пожарно-спасательных подразделений.

В нашем случае целевая функция будет выглядеть:

$$\begin{aligned}
 & \tau_{т.р.} \rightarrow \min. \\
 & \tau_{т.л.} \rightarrow \min. \\
 & \tau_{т.лок.} \rightarrow \min. \\
 & \tau_{т.ликв.} \rightarrow \min.
 \end{aligned}
 \tag{3.9}$$

Принимая во внимание возвращение пожарного автомобиля в подразделение, маршрут его следования целесообразно рассматривать с точки зрения затрат на проезд улично-дорожной сети.

При этом целевая функция будет выглядеть:

$$C \rightarrow \min \quad (3.10)$$

где C - затраты на следование пожарно-спасательного подразделения, определяются по зависимости [43]:

$$C = \sum_{I-J} \left(C_{зм} \cdot L_{I-J} + Sp_{ост} \cdot \frac{L_{I-J}}{V_{I-J}} \right) \cdot NI-J + S_{ДТП} \cdot D_{ДТП} \quad (3.11)$$

где $C_{зм}$ - переменные затраты автомобиля, руб./км;

L_{I-J} - длина дуги I-J, км.;

$Sp_{ост}$ - постоянные расходы на автомобиль, руб./час;

V_{I-J} - средняя скорость автомобиля на участке I-J, км/ч;

$NI-J$ - интенсивность движения на дуге I-J, авт./сут.;

$S_{ДТП}$ - средний ущерб от одного ДТП, руб.

Для эффективного управления действиями пожарно-расчетных подразделений по критериям (3.10) - (3.14) на основе зависимостей (3.7) - (3.9), (3.15) был разработан алгоритм в виде имитационной модели (рисунок 3.3).

На основе рисунка 3.3 рассмотрим поэтапно работу предлагаемого алгоритма имитационной модели для эффективного управления действиями пожарно-расчетных подразделений.

В блоке 1 вводятся входные данные, такие как координаты пожара и расположение пожарно-спасательного подразделения.

В следующем блоке 2 определяется ряд возможных маршрутов A . Для этого могут быть использованы электронные карты местности и каскадный граф вариантов проезда транспортных средств [34] с выделением транспортных узлов и дуг улично-дорожной сети.

В 3 блоке определяются значения $t_{сл}$ для каждого из полученных маршрутов из множества A с помощью зависимости (3.8).

Далее в блоке 4 осуществляется определение наименьшего значения параметра $t_{сл}$ по критерию (3.11) по ряду значений в блоке 3.

Далее в блоке 5 происходит вывод на карту улично-дорожной сети маршрута следования пожарного автомобиля к месту вызова.

После этого в блоке 6 происходит определение прогнозируемой площади пожара $S_{п}$ на момент прибытия пожарно-расчетного подразделения по зависимости (3.9).

В блоке 7 осуществляется определение класса пожара и необходимого количества сил и средств для его ликвидации по критериям (3.12), (3.13). Для этого может быть использована компьютерная программа [43].

Далее в имитационной модели осуществляется определение оптимального маршрута движения в подразделение по критерию (3.14) с использованием зависимости (3.15). Операции в блоках 8-11 осуществляются подобно операциям, которые были описаны для блоков 2-5.

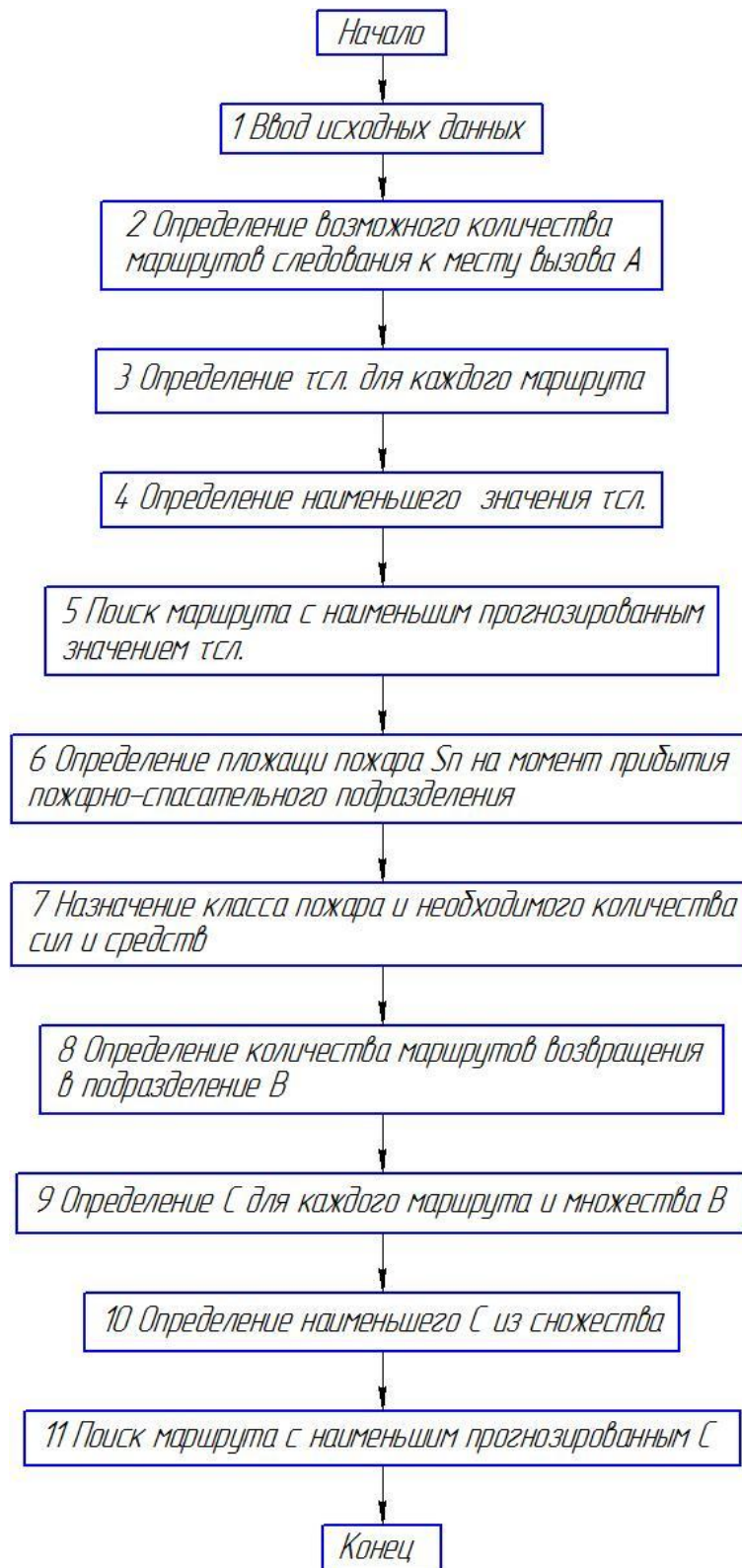


Рисунок 2.3 - Структурная схема алгоритма имитационной модели для эффективного управления действиями пожарно-спасательных подразделений по критериям (3.10) - (3.14)

3.5 Обсуждение результатов исследования влияния факторов на периоды пожара и разработанного алгоритма оптимизации эффективного управления действиями пожарно-спасательных подразделений

Полученный алгоритм позволит руководителю тушения пожара существенно облегчить расчет параметров развития и ликвидации пожара, а также расчет оптимального количества сил и средств для его ликвидации.

Также алгоритм предусматривает оптимизацию маршрутов следования пожарно-спасательного подразделения и возврата в расположение части.

Полученный по критерию (3.11) маршрут следования пожарно-спасательного подразделения является оптимальным в случае следования к месту пожара, поскольку в этом случае одним из определяющих факторов является тв.р., что напрямую зависит от тсл. Если же пожарный автомобиль возвращается в расположение части или направляется по заданию оказания услуг или обеспечения пожарной безопасности (футбольный матч, концерт и т.п.), то целесообразно выбрать маршрут по критерию (3.14), потому что в таком случае расходы на проезд будут наименьшими.

Конечным этапом исследований является создание компьютерной программы на основе полученного алгоритма для эффективного управления действиями пожарно-спасательных подразделений. Стоит отметить, что подобная программа была создана на основе алгоритма [43] и интегрирована в имитационную модель, которая рассматривается в этой работе.

В результате работы программы для пожаров класса А и В получаем прогнозируемое необходимое количество сил и средств для ликвидации пожара. Следует также указать, что полученные результаты могут корректироваться руководителем тушения пожара во время ликвидации пожара на основе данных, полученных в процессе разведки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании анализа процесса развития и ликвидации пожара обоснована необходимость оценки продолжительности следования пожарного автомобиля к месту вызова и площади пожара как определяющих факторов успешного пожаротушения. Получена зависимость, которая позволяет установить значение площади пожара от продолжительности его свободного развития и линейной скорости распространения. Анализ этой зависимости показывает, что даже незначительное уменьшение продолжительности свободного развития пожара позволит существенно уменьшить площадь пожара и, соответственно, снизить число нанесенных убытков. Для создания алгоритма эффективного управления действиями пожарно-спасательных подразделений с использованием пакета прикладных программ STATISTICA получены зависимости, которые позволяют установить значение продолжительности следования пожарного автомобиля к месту вызова и, как следствие, площадь пожара в зависимости от расстояния до места вызова и времени суток.

Обоснована необходимость разработки и на основании подобных зависимостей разработана блок-схема алгоритма имитационной модели эффективного управления движением пожарно-спасательных подразделений. Алгоритм дает возможность определить оптимальные маршруты движения пожарно-спасательной техники и прогнозируемую площадь пожара по предложенным зависимостям, а также выбрать оптимальную технологию пожаротушения. Созданная на основе такого алгоритма компьютерная программа даст возможность руководителю тушения пожара облегчить расчет параметров развития и ликвидации пожара, а также оптимального количества сил и средств для его ликвидации. Следует также заметить, что полученные результаты могут корректироваться руководителем тушения пожара во время ликвидации пожара на основе данных, полученных в процессе разведки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Методические рекомендации по тушению пожаров в психоневрологических учреждениях [Текст]. М.: МЧС России, 2016 г.
- 2 Пожары и пожарная безопасность в 2012 году: Статистический сборник [Текст] / Под общ. ред. В. И. Климкина. – М.: ВНИИПО МЧС России, 2013. – 137 с.
- 3 Кирюханцев, Е. Е., Холщевников, В. В., Шурин, Е. Т. Первые экспериментальные исследования движения инвалидов в общем потоке [Текст]// Безопасность людей при пожарах: сб. статей. – М. : ВИПТШ МВД РФ, 1999.
- 4 Шурин, Е. Т., Апаков, А. В. Выделение групп населения по мобильным качествам и индивидуальное движение в людском потоке как основа моделирования движения «смешанных» людских потоков при эвакуации [Текст]// Проблемы пожарной безопасности в строительстве: сб. статей. – М.: Академия ГПС МВД России, 2001. – С. 36–42.
- 5 Холщевников, В. В., Самошин, Д. А. Проблемы обеспечения пожарной безопасности людей с ограниченными возможностями в зданиях с их массовым пребыванием // [Текст] Пожаровзрывобезопасность. – 2014. – № 8. – С. 34–49.
- 6 Холщевников, В. В., Парфененко, А. П. Эвакуация детей в зданиях учебно-воспитательных учреждений [Текст]// Пожарная безопасность в строительстве. – 2011. – № 4. – С. 48–61.
- 7 Kholshchevnikov, V. V., Samoshin, D. A., Parfenenko, A. P. Pre-school and school children building evacuation [Текст]. Proceed. of the 4th Inter. Symp. on Human Behaviour in Fire. Cambridge, UK, 2009, pp. 243–254.
- 8 Samoshin, D., Belosokhov, I. Pre-movement time in public buildings: experiments and their practical application [Текст]. International Scientific and Technical Conference «Emergency evacuation of people from buildings», Warsaw, Poland, 2011, pp. 299–307.
- 9 Парфененко, А. П. Нормирование требований пожарной безопасности к эвакуационным путям и выходам в зданиях детских дошкольных

образовательных учреждений [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук (науч. рук. Холщевников В. В.). Академия государственной противопожарной службы МЧС России. – М., 2012.

10 Bruck, D., Tomas, I. Community based research on the effectiveness of the home smoke alarm in waking up children [Текст]. Proceedings of the 4th International Symposium on Human Behaviour in Fire. 13-15 July 2009, Cambridge, USA, pp. 335–344.

11 Холщевников, В. В., Самошин, Д. А., Исаевич, И. И. Натурные наблюдения людских потоков [Текст]. Учеб. пособие. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2009. – 191 с.

12 Григорьянц, Р. Г. Исследование движения длительно существующих людских потоков [Текст]: дис. ... канд. техн. наук. – М., 1971.

13 Самошин, Д. А., Слюсарев, С. В. Проблемы обеспечения безопасности детей с ограниченными возможностями [Текст]. // Материалы 3-й Международ. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов «Проблемы техносферной безопасности». – М.: Академия ГПС МЧС России, 2014. – С. 100–102.

14 Исследование и расчет закономерностей движения потоков школьников [Текст]. Отчет МИСИ им. В.В. Куйбышева, М., 1975.

15 Еремченко, М. А. Движение людских потоков в школьных зданиях: дис. ... канд. техн. наук. [Текст] (науч. рук. Предтеченский В. М.). – М.: МИСИ, 1979.

16 Холщевников, В. В. Людские потоки в зданиях, сооружениях и на территории их комплексов [Текст]: дис. ... д-ра техн. наук. – М., 1983.

17 Холщевников, В. В. Нормирование путей эвакуации в учебных заведениях [Текст] // Пожарное дело. – 1982. – № 3.

18 Холщевников, В. В. Закономерность связи между параметрами людских потоков [Текст]. (Диплом №24-S Открытие в области социальной психологии) // Научные открытия. – М.: РАЕН, МААНОИ, МААНО, 2005; регистрационный № 348.

19 Холщевников В. В., Самошин Д. А., Истратов Р. Н. Исследование проблем обеспечения пожарной безопасности людей с нарушением зрения, слуха и опорно-двигательного аппарата // Пожаровзрывобезопасность. – 2013. – Т. 22. – № 3. – С. 48–56.

20 Major developments in the area of ageing since the Second World Assembly on Ageing [Текст], E/CN.5/2007/7, 2006.

21 МДС 35–1.2000 Рекомендации по проектированию окружающей среды, зданий и сооружений с учетом потребностей инвалидов и других маломобильных групп населения [Текст]. Выпуск 1. Общие положения. ЦНИИЭП им. Б. С. Мезенцева, М., 1996.

22 Wood, P. G. The Behaviour People in Fires [Текст]. British Note 933, November, 1972.

23 Miller, I. Behaviour, fire and older people: implications of the demographic growth of a vulnerable population [Текст]. Proceedings of the 4th Inter. Symp. on Human Behaviour in Fire. Cambridge, UK, 2009, pp. 345-354.

24 Sekizawa, A. Care of vulnerable population: Who are vulnerable to fires and what care is needed for their safety? [Текст] Proceed. of the 3rd Inter. Symp. on Human Behaviour in Fire. Belfast, UK, 2004, pp. 267–278.

25 Калашников, М. А. Особенности процесса эвакуации престарелых людей на примере Тарусского дома-интерната для престарелых и инвалидов [Текст]. Дипломная работа. Академия ГПС МЧС России, М., 2007.

26 Boyce, K. E. Egress Capabilities of people with disabilities [Текст]. PhD thesis, University of Ulster, 1996.

27 Антоненко, Л. М. Особенности нарушений поддержания равновесия и ходьбы у больных пожилого возраста с болезнью Паркинсона, мультисистемной атрофией, прогрессирующим надъядерным параличом [Текст]: автореф. дисс. ... канд. мед. наук. М., 2005.

28 Дамулин, И. В., Яхно, Н. Н. Падения в пожилом возрасте [Текст]// Врач. – 2000. – № 7.– С. 7–12.

29 Брыжахина, В. Г., Дамулин, И. В., Яхно, Н. Н. Нарушения ходьбы и равновесия при дисциркуляторной энцефалопатии [Текст]. Сообщение 1 // Неврологический журнал. – 2004. – № 2. – С. 11–17.

30 Холщевников, В. В., Самошин, Д. А., Истратов, Р. Н. Эвакуация людей с физическими ограничениями // Технологии техносферной безопасности: Интернет-журнал. 2012. – Вып. 3 (43). – Режим доступа: <http://ipb.mos.ru/ttb>

31 Истратов, Р. Н. Нормирование требований пожарной безопасности к эвакуационным путям и выходам в стационарах социальных учреждений по обслуживанию граждан пожилого возраста [Текст]: дис. ... канд. техн. наук. – М., 2014. – 160 с.

32 Шурин, Е. Т., Самошин, Д. А. Результаты экспериментов по определению некоторых параметров эвакуации немобильных людей при пожаре [Текст]// Системы безопасности: 10-я науч.-техн. конф. – М.: Академия ГПС МВД РФ, 2001. – С. 114–117.

33 Истратов, Р. Н. Исследование возможностей спасения при пожаре немобильных людей из стационаров лечебно-профилактических и социальных учреждений [Текст] // Пожаровзрывобезопасность. – 2014. – № 6. – С. 54–63.

34 Zhenhua, Z. Performance measure for reliable travel time of emergency vehicles [Text] / Z. Zhenhua, H. Qing, G. Jizhan, L. Xiao-ling // Transportation Research Part C: Emerging Technologies. – 2016. – Vol. 65. – P. 97–110. doi: 10.1016/j.trc.2016.01.015

35 Wang, J. Travel time estimation model for emergency vehicles under preemption control [Text] / J. Wang, M. Yun, W. Ma, X. Yang // Procedia – Social and Behavioral Sciences. – 2013. – Vol. 96. – P. 2147–2158. doi: 10.1016/j.sbspro.2013.08.242

36 Musolino, G. Travel time forecasting and dynamic routes design for emergency vehicles [Text] / G. Musolino, A. Polimeni, C. Rindone, A. Vitetta // Procedia – Social and Behavioral Sciences. – 2013. – Vol. 87. – P. 193–202. doi: 10.1016/j.sbspro.2013.10.603

37 Huang, Y.-S. A traffic signal control policy for emergency vehicles preemption using Timed Petri nets [Text] / Y.-S. Huang, J.-Y. Shiue, J. Luo // IFAC-PapersOnLine. – 2015. – Vol. 48, Issue 3. – P. 2183–2188. doi: 10.1016/j.ifacol.2015.06.412

38 Dahlstedt, S. Akustiska utryckningssignaler III: Utryckningsfordons framkomlighet med olika signaler [Text] / S. Dahlstedt. – Oslo, Transportøkonomisk institutt, 1980.

39 Honey, D. Priority routes for fire appliances [Text] / D.W. Honey // Traffic Engineering and Control. – 1972. – Vol. 13. – P. 166–167.

40 Griffin, R. M. Northampton fire priority demonstration scheme – a report on the first part of the «before» study and EVADE [Text] / R. M. Griffin, D. Johnson // Traffic Engineering and Control. – 1980. – Vol. 21. – P. 182–185.

41 Bosserhoff, D. Priority for emergency vehicles by intervention in signal-setting programs [Text] / D. Bosserhoff, D. Swiderski // Traffic Engineering and Control. – 1984. – Vol. 25. – P. 314–316.

42 Drucker, C. Factors associated with civilian drivers involved in crashes with emergency vehicles [Text] / C. Drucker, S. Gerberich, M. Manser, B. Alexander, T. Church, A. Ryan, E. Becic // Accident Analysis & Prevention. – 2013. – Vol. 55. – P. 116–123. doi: 10.1016/j.aap.2013.02.035

43 Solomon, S. Influence of color on fire vehicle accidents [Text] / S. S. Solomon, J. G. King // Journal of Safety Research. – 1995. – Vol. 26, Issue 1. – P. 41–48. doi: 10.1016/0022-4375(95)00001-1