

На правах рукописи



Сёмин Алексей Алексеевич

**НОРМИРОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ ПОЖАРНОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ К ЭВАКУАЦИОННЫМ ПУТЯМ
И ВЫХОДАМ В ЗДАНИЯХ ЛЕЧЕБНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ**

Специальность: 05.26.03 – Пожарная и промышленная безопасность
(технические науки, отрасль строительство)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва – 2021

Работа выполнена в Академии Государственной противопожарной службы МЧС России на кафедре пожарной безопасности в строительстве (в составе учебно-научного комплекса пожарной безопасности объектов защиты)

Научный
руководитель:

Заслуженный работник высшей школы Российской Федерации, доктор технических наук, профессор
Холщевников Валерий Васильевич

Официальные
оппоненты:

Таранцев Александр Алексеевич

доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, кафедра организации пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ, профессор

Парфененко Александр Павлович

кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», кафедра Комплексной безопасности в строительстве, доцент

Ведущая организация:

ФГБУ «Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий »

Защита состоится «01» февраля 2022 г. в 14 часов 00 минут на заседании диссертационного совета Д 205.002.02 в Академии ГПС МЧС России по адресу: 129366, г. Москва, ул. Бориса Галушкина, д.4.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Академии ГПС МЧС России и на сайте:

<https://academygps.ru/upload/iblock/286/286fc4b7e1901a5700a20c78dda11f74.pdf>

Автореферат разослан «03» декабря 2021 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
доктор технических наук, профессор



А.Б. Сивенков

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Нормирование размеров строительной системы эвакуационных путей и выходов гражданских зданий требует знания значений параметров поведения и движения (время начала эвакуации « $t_{н.э}$ »); зависимость скорости от плотности « $V = \varphi(D)$ ») находящихся в них людей, поскольку без этих знаний невозможно обеспечить их безопасность: максимальное время эвакуации любого человека, находящегося на том или ином участке эвакуационного пути в здании ($\max t_{эв}$), должно быть ниже минимального времени достижения на этом участке критических уровней воздействия на человека опасных факторов пожара ($\min t_{н.б}$), т.е. $\max t_{эв} < \min t_{н.б}$.

Анализ отечественной и международной практики нормирования выявил, что для обширного класса людей (до 40 %) с ограниченными возможностями данные параметры не исследованы и не отражены в нормативных документах. Без учета необходимых данных участки в зданиях, создаваемые для этого контингента людей в рамках государственной программы «Доступная среда», превращаются в зону повышенной пожарной опасности. К таким зданиям относятся, прежде всего, здания лечебных учреждений, в которых количество человек с ограниченными возможностями (пациенты) составляет более 80 % от всех находящихся в учреждении людей. Очевидная необходимость установления отсутствующих знаний определяет **актуальность** предпринятых исследований и **цель диссертационной работы**.

Появление программы «Доступная среда» в России обязано Генеральной Ассамблеей Организации Объединенных Наций, принявшей 9 декабря 1975 года «Декларацию о правах инвалидов». «Декларация о правах инвалидов» была ратифицирована Российской Федерацией 10 мая 1998 г., а принятая впоследствии Конвенция о правах инвалидов от 13 декабря 2006 г. стала основой для государственной программы «Доступная среда» для людей с ограничениями. Людей с ограничением только мобильности в Российской Федерации в настоящее время насчитывается около 40 %: 13 млн инвалидов, что составляет около 8,8 процента населения страны и более 40 млн мало мобильных граждан (инвалиды, люди с временным нарушением здоровья, беременные женщины, люди старших возрастов и т.п.) – 27,4 процента населения.

Программа «Доступная среда» реализуется в Российской Федерации с 2011 года. Правительство РФ неоднократно продлевало действие Госпрограммы: Распоряжение от 21.07.2014 г. № 1365; Постановление от 01.12.2015 г. № 1297; Распоряжение Правительства РФ от 23.02.2018 г. № 308-р. В 2018 году президент РФ поручил правительству РФ продлить эту программу до 2025 года.

Однако ни в одном из официальных документов ни международных организаций, ни Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ, ведущего одну из подпрограмм «Доступная среда», не представлены расчётные параметры поведения и движения людей с ограниченными возможностями, на основании которых базируется обеспечение безопасности людей и определяется возможность эвакуации из здания в безопасную зону.

Научно-исследовательские работы в этом направлении начаты научной школой Академии ГПС МЧС России «Теория людских потоков при эвакуации» под руководством д.т.н. профессора Холщевникова В.В., которая сложилась как продолжение цикла исследований функционального процесса «Движение людских потоков», выполненных на кафедре архитектуры гражданских и промышленных зданий МИСИ кандидатами технических наук Калининцевым В.А., Дувидзоном Р.М., Павловой Л.И., Холщевниковым В.В., Бугой П.Г., Григорьянцем Р.Г., Доценко А.Г., Копыловым В.А., Гвоздяковым В.С., Алексеевым Ю.В., Ерёмченко М.А., Фёлькелем Х. под руководством д.т.н. профессора Предтеченского В.М. и канд. архитектуры доцента Великовского Л.Б. В свою очередь эти работы явились продолжением впервые выполненных научно-исследовательских работ Всероссийской академией художеств (Беляев С.В.) и ВНИИПО МВД СССР (Милинский А.И.) по методологии нормирования процесса эвакуации из зданий массового назначения.

Если рассматривать работы научной школы «Теория людских потоков при эвакуации» в хронологическом порядке, то первыми стали исследования движения мало мобильных групп населения (д.т.н. Холщевников В.В., к.т.н. Шурин Е.А., к.т.н. Кирюханцев Е.Е.), создавшие основу для разработки главы СНиП 35-01-2001: Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения. Впоследствии были проведены диссертационные исследования кандидатами технических наук Истратовым Р.Н. по движению престарелых людей в домах-интернатах и Слюсаревым С.В. по движению детей с ограниченными возможностями здоровья. Эти работы и исследования д.т.н. Самошина Д.А., посвящённые эвакуации инвалидов с нарушениями опорно-двигательного аппарата из больниц в ночное время, явились непосредственными предшественниками выполненной диссертационной работы.

Из зарубежных исследований в этой области следует отметить, прежде всего, исследования Shields T.J. и Boys K.E. эвакуационных способностей инвалидов, реализованные в диссертационной работе Boys K.E. на соискание степени PhD; работу Miller I. по исследованию поведения пожилых людей при пожаре. Особый интерес среди зарубежных публикаций вызывают работы Thompson P., написанные в сотрудничестве с коллегами и посвящённые

возможностям учёта происходящих демографических изменений при моделировании людских потоков. Авторы в результате исследований приходят к выводу, что модели, которыми они пользовались на основании данных Fruin J.J. и Pauls J.I., со временем устаревают. В качестве альтернативных моделей они ссылаются на закономерности $V = \varphi(D)$, установленные под руководством В.В. Холщевникова российскими исследователями (Самошин Д.А., Парфёненко А.П., Истратов Р.Н., Белосохов И.Р.) и опубликованные в Великобритании.

В то же время приходится отметить, что отчёт ISO/TR 16738: «Fire-safety engineering. Technical information on methods for evaluating behavior and movement of people» не содержит систематизированных данных о закономерностях зависимости между параметрами людских потоков, тем более, состоящих из людей с ограниченными возможностями.

Проведённый анализ результатов исследований движения людей с ограниченными возможностями показал недостаточность теоретических и эмпирических данных для нормирования размеров эвакуационных путей и выходов в зданиях лечебных учреждений, надёжность которых должна обеспечиваться с высокой вероятностью ($P_{эв} = 0,999$), требуемой «Методикой определения расчётных величин индивидуального пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности».

Целью диссертационной работы является развитие основных методологических положений по проектированию эвакуационных путей и выходов в зданиях лечебных учреждений на основании установления закономерностей поведения и движения людских потоков, состоящих из дифференцированных групп людей с ограниченными возможностями.

Объектом исследований является методология нормирования требований к путям эвакуации и выходам в зависимости от состава людских потоков при эвакуации из зданий различных классов функциональной пожарной опасности.

Предмет исследований: зависимости между параметрами людских потоков, состоящих из людей с ограниченными возможностями и методология их использования в нормировании.

Научная новизна заключается в следующем:

– дифференцированы здания многопрофильных лечебных учреждений, исходя из установленного в них состава основного функционального контингента;

– разработана классификация пациентов лечебных учреждений по возможности их эвакуации при пожаре;

– сформирована статистическая совокупность значений скорости движения людей с ограниченными возможностями в наблюдаемых интервалах

плотности потоков для участков эвакуационных путей на этажах и в лестничной клетке;

– установлены значения коэффициентов (a , D_0) и скорости свободного движения (V_0) в общей закономерности связи между скоростью движения людей и плотностью потока людей ($V = \varphi(D)$) с учётом их подвижности;

– разработана методология определения численности людей для установления проектируемой площади зон пожарной безопасности на этажах;

– установлены значения времени начала эвакуации ($t_{н.э}$) пациентов с ограниченными возможностями;

– выдвинута концепция обеспечения пожарной безопасности экстренно нетранспортабельных людей в помещениях операционных центров и реанимации.

Теоретическая значимость работы заключается в следующем:

– разработана классификация пациентов лечебных учреждений по степени их возможности к самостоятельной эвакуации;

– получены количественные значения коэффициентов (a , D_0) и скорости свободного движения (V_0) в общей закономерности связи между параметрами людских потоков людей с ограниченными возможностями;

– разработана методология установления численности пациентов, для которых требуется размещение в зонах пожарной безопасности на этажах зданий лечебных учреждений.

Практическая значимость работы:

– предложены организационно-технические мероприятия по созданию в процессе реконструкции лечебных учреждений транспортно-коммуникационных узлов с использованием больничных лифтов;

– даны рекомендации по размещению пациентов в стационарах лечебных учреждений на постелях-каталках, что повышает надёжность выполнения условия $t_{эв} \leq t_{бл}$;

– предложены планировочные схемы и инженерно-технические решения зон безопасности в помещениях операционных и реанимационных отделений, позволяющие обеспечить долговременное безопасное пребывание в них экстренно нетранспортабельных пациентов.

Методология и методы исследований основаны на системном междисциплинарном подходе к объяснению эмпирических фактов и их взаимосвязей при учёте многофакторности воздействий внешней и внутренней среды на поведение человека в чрезвычайных ситуациях. Системный междисциплинарный подход охватывает анализ однородности выборочных совокупностей натуральных наблюдений, теорию крайних членов выборки, психофизику и психофизиологию, принципы согласованного оптимума теории аналитических игр, принцип «взаимосодействия» функциональных систем организма.

Основные результаты работы представлены в виде докладов на следующих научных конференциях: научно-практической конференция «Новые нормы и требования по организации безопасности, пожарной безопасности и обеспечения спасения учреждений здравоохранения» (Московская область, Многофункциональный центр комплексной безопасности МФЦ-112, 2014 г.); II научно-практической конференции «Современная пожарная безопасность и организация спасения в учреждениях здравоохранения» (Московская область, Многофункциональный центр комплексной безопасности МФЦ-112, 2015 г.); XX международной межвузовской научно-практической конференции «Строительство – формирование среды жизнедеятельности» (г. Москва, НИУ МГСУ, 2017 г.); Всероссийской научно-практической конференции «Функция, конструкция, среда в архитектуре здания» (г. Москва, НИУ МГСУ, 2019 г.); VIII научно-практической конференции «Ройтмановские чтения» (г. Москва, Академия ГПС МЧС России, 2020 г.).

Положения, выносимые на защиту:

- классификация зданий лечебных учреждений;
- классификация людей с ограниченными возможностями;
- закономерности связи между параметрами людских потоков, состоящих из людей с начальной степенью ограничения подвижности;
- установленные значения времени начала эвакуации людей из зданий лечебных учреждений;
- методика установления расчётных значений численности людей, размещаемых в зонах пожарной безопасности для определения их проектируемой площади;
- предложения по возможности использования больничных лифтов для транспортировки пожарных подразделений;
- рекомендации по размещению пациентов в стационарах лечебных учреждений на кроватях-каталках;
- предложения об организации зон безопасности для аварийно нетранспортабельных пациентов.

Степень достоверности полученных результатов подтверждается:

- высокими значениями оценки тесноты корреляционной связи (выше 0,9) при установлении зависимостей между параметрами людских потоков;
- при разработке методики установления расчётной численности людей в зонах пожарной безопасности – многолетним системным формированием и объёмом эмпирической базы данных, составляющей 297 000 значений.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 10 научных работ, из которых 6 – в рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК для публикации основных научных результатов диссертации на соискание учёной степени кандидата технических наук.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка литературы, приложения. Содержание работы изложено на 132 страницах текста, включает в себя 15 таблиц, 53 рисунка, список литературы из 110 наименований.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** обоснована актуальность темы диссертации и степень её разработанности, сформулированы цель, задачи, объект и предмет исследования, показана научная новизна работы, её теоретическая и практическая значимость, охарактеризована методология исследования, сформулированы положения, выносимые на защиту, обоснована степень достоверности полученных результатов и приведены сведения об их апробации.

В **первой главе** «Функциональная пожарная опасность зданий лечебных учреждений» обозначено, что предназначение лечебных учреждений состоит в оказании помощи людям в преодолении различного рода физических и психофизиологических ограничений при содействии квалифицированного медицинского персонала, использующего специальное оборудование. Поэтому естественно, что основной состав посетителей этих учреждений – пациенты с различной степенью ограничения возможностей. Однако ни Всемирная организация здравоохранения, ни Министерство здравоохранения Российской Федерации, ни другие нормотворческие организации не дают классификации степени ограничения возможностей.

Наличие такой классификации оказывается весьма важным для архитектурно-строительного проектирования, поскольку здания, в которых размещаются эти учреждения, должны иметь объёмно-планировочные решения, обеспечивающие оптимальные взаимосвязи между помещениями. В этих помещениях осуществляется дифференцированное функциональное обслуживание пациентов. Поэтому знание состава основного функционального контингента необходимо для установления целесообразных размеров этих помещений и коммуникационных путей, учитывающих физические и психические возможности передвижения людей при эвакуации во время пожара, опасных природных процессов и техногенных воздействий. Содержание понятий, определяющих ограничения возможностей, существующих в нашей стране и за рубежом, постепенно унифицируются (или, как принято писать в широкой печати, «гармонизируются»). Однако до сих пор не имеется их количественного выражения применительно к людям, находящимся в зданиях лечебных учреждений. Следовательно, вызывает сомнение корректность отнесения классификацией по функциональной пожарной опасности зданий больниц к классу Ф1 исходя из одного лишь

признака: продолжительность пребывания людей в зданиях – круглосуточная или временная.

Больницы – по существу многопрофильные учреждения, в составе которых имеются и подразделения с кратковременным пребыванием людей. А состав основного функционального контингента в подразделениях различается. При этом следует уделять большое внимание, уделяемое составу потока в зданиях и помещениях в методике классификации по функциональной пожарной опасности. Поэтому без установления количественных показателей ограничения возможностей нереально оценить дифференциацию состава контингента в различных подразделениях больницы.

Описанное состояние принципов нормирования зданий лечебных учреждений предопределило необходимость уже на начальном этапе диссертационных исследований найти решение двух взаимосвязанных задач:

– дифференцировать пациентов на группы по степени ограничения их возможности;

– подразделить здания лечебных учреждений на классы, исходя из функционального назначения здания и дифференциации пациентов.

Дифференциация пациентов на группы может производиться исходя из показателей, различных для каждой из выделяемых групп. Но для сопоставимости влияния степени потери возможностей необходимо иметь показатель, общий для всех групп. Поскольку рассматривается противопожарная классификация, то логичным является выбор в качестве такого показателя степени подвижности (мобильности), т.к. любая из групп пациентов должна быть эвакуирована из здания при возникновении в нём пожара или защищена инженерными системами от воздействия опасных факторов пожара (ОФП) в самом здании.

Исходя из изложенных соображений, произведена классификация пациентов лечебных учреждений на следующие группы:

1. Начальная потеря возможностей пешеходного движения – избыточный вес, отдышка, периодические боли в органах и суставах, быстрая утомляемость, дефекты слуха и зрения.

2. Постоянная потеря возможностей пешеходного движения:

а) инвалиды среднего возраста (на протезах, с опорами; с недостатками зрения, пользующиеся белой тростью; люди с психическими отклонениями);

б) инвалиды по старости.

3. Лежачие пациенты, эвакуируемые на носилках.

Лежачие пациенты, транспортабельные (эвакуируемые) только на кроватях.

4. Экстренно-нетранспортабельные пациенты при наличии сердечно-сосудистой или дыхательной недостаточности, компенсируемой аппаратами жизнеобеспечения.

Значительный опыт работы соискателя в системе противопожарной защиты зданий медицинских учреждений МОНИКИ (от техника до руководителя подразделения) привел его к убеждению о целесообразности использования для классификации зданий лечебных учреждений показателя «продолжительность их функциональной эксплуатации в течение суток». Полученные результаты представлены в виде схемы, приведённой на рисунке 1.

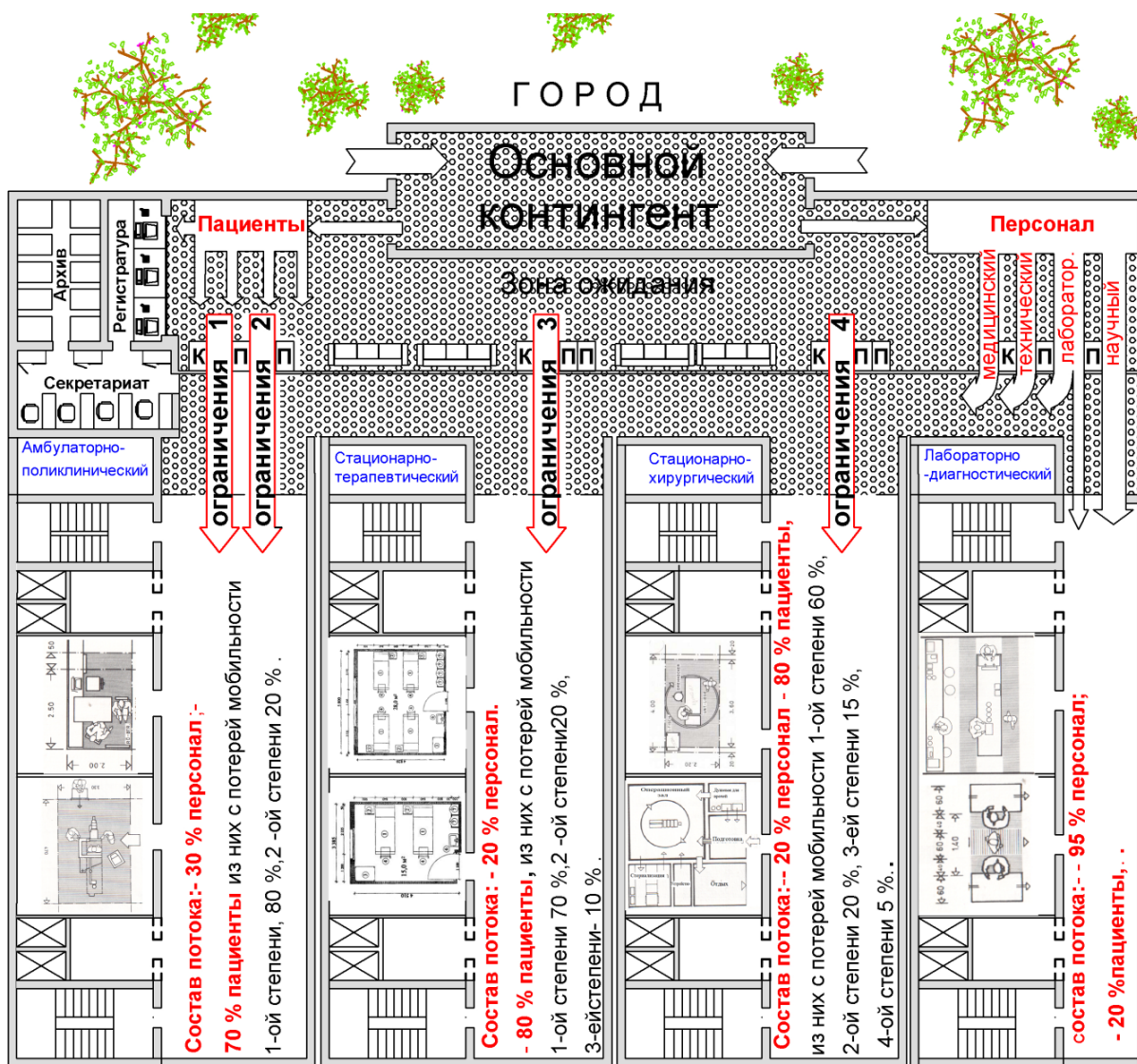


Рисунок 1 – Схема классификации зданий лечебных учреждений, основанной на принципах функциональной пожарной опасности; – входной блок помещений

На схеме наглядно иллюстрируются четыре типа специализированных корпусов коридорной планировочной схемы и объединяющий их общий корпус зальной планировки, в котором происходит формирование составов контингента пациентов, каждый из которых направляется на обслуживание в соответствующий специализированный корпус: амбулаторно-

поликлинический, стационарно-терапевтический, стационарно-хирургический, лабораторный. Наиболее близким реальным прототипом общему корпусу, приведенному на схеме, является блок входных помещений Московского научно-исследовательского онкологического института им. П.А. Герцена.

Современная врачебная практика – технология лечебной деятельности, использующей уникальное медицинское оборудование, разработанное с целью восстановления утраченных в различной степени возможностей человеческого организма. Технология лечебной деятельности, как и технологии в любой из других сфер, разрабатывается для регулирования режима выполнения составляющих её операций. Пациенты ощутили последствия разработанной технологии лечебной деятельности, когда обнаружили, что на приём у врача-терапевта («семейный доктор») им отводится 12 мин, а на приём у врача-специалиста – 20 мин. Причём каждый из врачей не только проводит обследование пациента, но и изучает его анализы, выписывает ему рецепты лекарств, согласовывает их наличие в аптечном пункте, выписывает направления на новые анализы.

На схеме приведены скорректированные значения основного функционального континента в выделенных типах зданий лечебных учреждений (полученные по результатам проведённых обследований).

Проблемы обеспечения пожарной безопасности пациентов в зданиях лечебных учреждений. Обеспечение безопасности людей в зданиях возможно двумя способами: их эвакуация из здания в начальной стадии пожара на расстояние, превышающее радиус возможного обрушения здания, и защита людей в здании в зонах временной пожарной безопасности инженерными системами противодымной защиты и автоматического пожаротушения. Разделяя концепцию о преимущественном влиянии на функциональную пожарную опасность здания состава находящегося в нём контингента людей, защищаемую д.т.н., профессором кафедры пожарной безопасности в строительстве Академии ГПС МЧС России Самошиным Д.А., проанализируем состав основного функционального континента в каждом из выделенных корпусов.

Оценивая возможности эвакуации, состав основного функционального континента в зданиях лечебных учреждений можно подразделить на две части:

- люди, способные к самостоятельной эвакуации (в лабораторном, амбулаторно-поликлиническом и общем корпусах),
- люди, не способные самостоятельно эвакуироваться (корпуса со стационарами) – их необходимо спасать или обеспечивать их противопожарную защиту на этажах зданий.

Анализируя более подробно возможности людей, находящихся в стационарах, видим принципиальное различие в организации необходимой противопожарной защиты в зданиях стационарно-терапевтического и

стационарно-хирургического корпусов. В зданиях стационарно-терапевтического блока присутствует значительное количество людей с ограниченными возможностями передвижения третьего типа. Для эвакуации этих людей требуется их транспортировка персоналом на носилках или при помощи лифтов. В составе пациентов в зданиях стационарно-хирургического блока есть люди, транспортирование которых вообще невозможно (экстренно-нетранспортабельные пациенты – четвёртая категория ограничения возможности передвижения). Для обеспечения пожарной безопасности таких людей требуется организация необычных зон пожарной безопасности. В настоящее время противопожарные требования для проектирования таких зон отсутствуют не только в нашей стране, но и в других странах мира.

Люди с ограниченными возможностями, но способные к самостоятельной эвакуации, составляют основной функциональный контингент в лабораторном корпусе (персонал), в амбулаторно-поликлиническом корпусе (пациенты с первой, второй категориями ограничения возможности передвижения, персонал) и в общем корпусе. Поскольку условно считаем персонал не имеющим ограничения подвижности, то актуализируется определение (прежде всего) вида зависимости между параметрами движения людских потоков (скоростью V , плотностью D и интенсивностью движения q), состоящих из людей первой и второй категории ограничения возможностей и установление значений этих параметров. Для этого необходимо проведение натуральных наблюдений.

Во **второй главе** «Установление расчётных значений параметров эвакуации людей, имеющих ограниченные возможности» отмечено, что в области гносеологии людских потоков поиск методологических обоснований нормирования всегда предпочитался эмпирике отдельных наблюдений. Так, работы С.В. Беляева, вызванные некорректностью Санкт-Петербургских и Лондонских правил, требующих увеличения ширины пути на величину не кратную «элементарному потоку», привели к пересмотру методологии нормирования размеров эвакуационных путей – не по пропускной способности, а по допустимому времени эвакуации.

Стремление к поиску общего в разных сериях натуральных наблюдений на время создало иллюзию возможности выразить то общее, что есть в них, при помощи площади горизонтальной проекции (f_i) людей, участвующих в этих сериях. Но не площадь горизонтальной проекции является психологической коррелятой поведения человека, а модель схемы тела человека, изменяющаяся при изменениях сенсорной чувствительности людей различной подвижности. При анализе видеоматериалов спуска людей с ограниченными возможностями в лестничной клетке был зафиксирован уникальный факт – передвижение по лестнице спиной вперед, приведённый на рисунке 2.

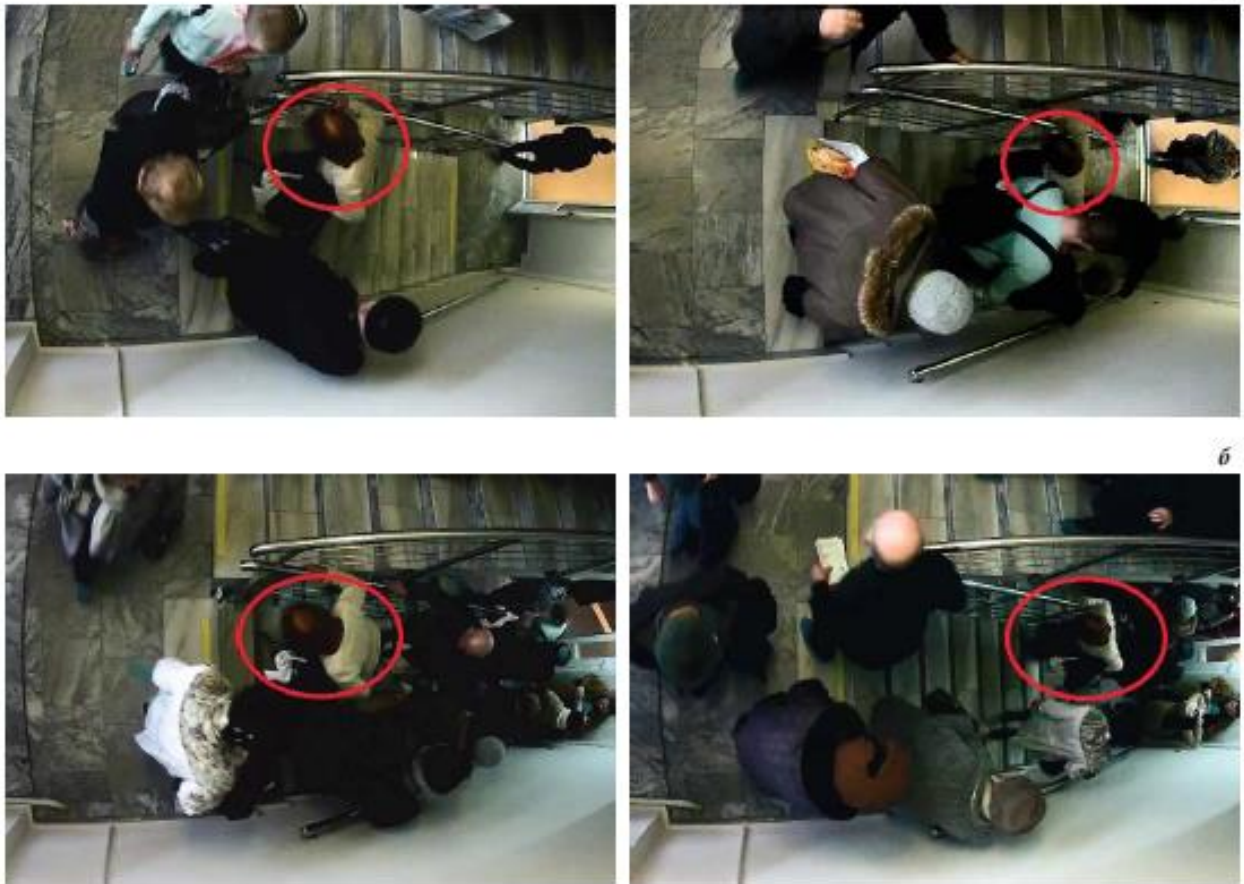


Рисунок 2 – Спуск женщины по лестнице вниз с 5 на 4 этаж и далее

На фото видно, что эта женщина не пожилого возраста. Поэтому объяснять такой способ движения по лестнице вниз возрастной деградацией физических возможностей человека было бы неправильно. Может быть, она имела опыт спуска по лестнице при высоких плотностях, когда скорость спуска становится ниже скорости подъёма по лестнице, потому что человек не видит края ступеньки и боится оступиться. Однако нужно ли выяснение этих причин?

Причины, которые ведут к такому результату, могут быть разные; результат общий – явное ограничение возможности движения. Вот это общее и является в данном случае критерием отнесения данного человека к рассматриваемой категории. Причём это делается не волевым путём, исходя из мнения какого-либо эксперта, а объективно: пациент сам записался на приём в амбулаторно-поликлиническое отделение с соответствующим функциональным обеспечением; пациентов других групп в этом подразделении быть не может – их не смогут здесь квалифицированно обслужить.

Объективное установление и даже, можно сказать, создание основного функционального контингента, состоящего из пациентов с ограничениями возможностей первой и второй степени, позволило с уверенностью вести определение расчётных значений параметров движения их потоков при эвакуации.

На рисунках 3 и 4 приведены графики математических ожиданий случайных функций $V = f(D)$ и $q = f(D)$, описывающих закономерности связи между параметрами движения этих категорий людей при эвакуации.

Сплошными линиями на этих графиках отмечены зависимости, наблюдаемые в ходе проведённых исследований; пунктирными – при возможном увеличении плотности потоков. Но увеличения плотности потоков на этажах амбулаторно-поликлинического корпуса ожидать не следует ввиду индивидуального функционального обслуживания в его помещениях.

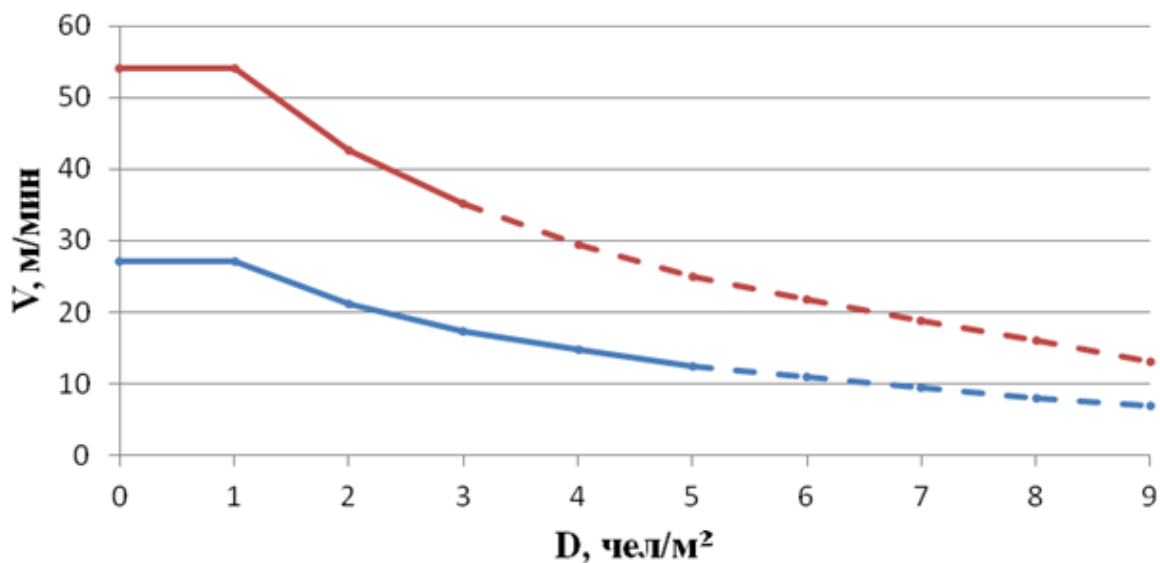


Рисунок 3 – Зависимость скорости движения потока людей с ограниченными возможностями передвижения от его плотности:

— лестница вниз; — горизонтальный путь

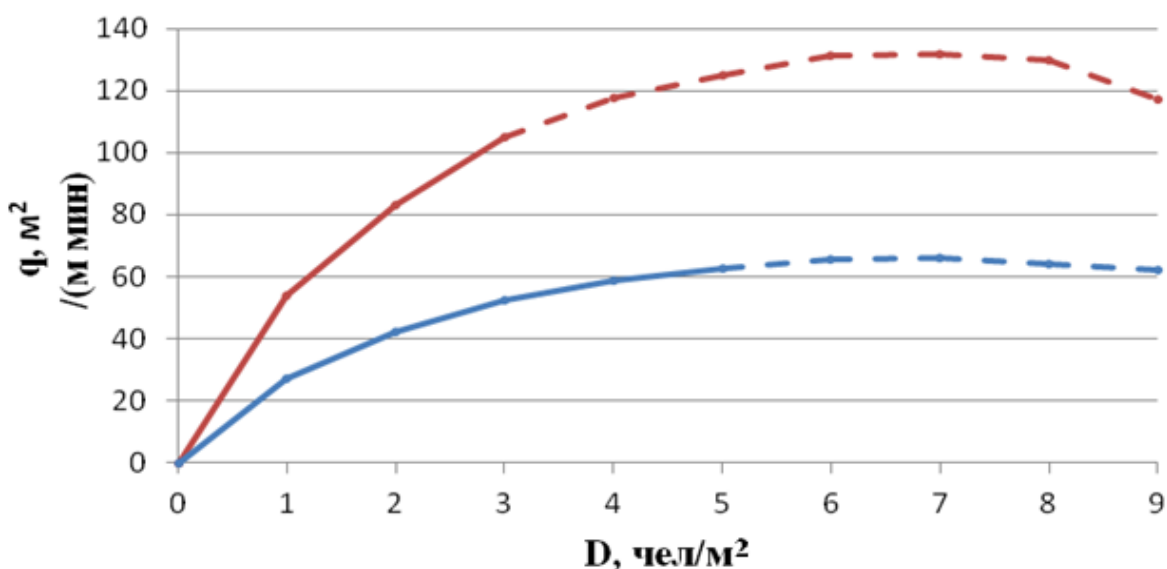


Рисунок 4 – Зависимость интенсивности движения потока людей с ограниченными возможностями передвижения от его плотности:

— лестница вниз; — горизонтальный путь

Таким образом, расчётные схемы движения людских потоков по коридорам этажей здания и в лестничных клетках лечебно-поликлинических корпусов лечебных учреждений исключают образование людских потоков с плотностями, превосходящими $D_{q\max}$, следовательно, и образования скопления людей при пешеходной эвакуации, что предусматривается Методикой определения расчётных величин пожарного риска. Такой факт установлен впервые в методологии нормирования зон пожарной безопасности в зданиях различного назначения.

Отсутствие корректных показателей в нормативных документах по времени начала эвакуации из зданий лечебных учреждений определило актуальность проведения соответствующего эксперимента в диссертационной работе. В целях эксперимента медицинский персонал был предупрежден о предстоящей эвакуации, а пациентов об этом мероприятии не информировали. На приведённых фото (рис. 5) наглядно отслеживается, что пациенты в большинстве случаев не сразу реагировали на сигналы системы оповещения о пожаре; только после появления медицинского персонала они приступали к эвакуации (рис. 6).



Рисунок 5 – Время начала эвакуации на примере нескольких пациентов поликлиники:
а) время до начала срабатывания СОУЭ; б) через 50 с пациенты начали одеваться;
в) через 1 мин 30 с пациенты проследовали к эвакуационному выходу

Установленное отсутствие однородности выборочных совокупностей времени начала эвакуации ($t_{н.э}$) на разных этажах зданий лечебных учреждений говорит о влиянии на его начало и продолжительность технологии медицинского обслуживания в помещениях различного назначения. Это, в свою очередь, говорит о необходимости специальных хронометрических исследований технологии медицинского обслуживания в помещениях различного назначения. При расчётах индивидуального пожарного риска значение $t_{н.э}$ должно назначаться технологами медицинского обслуживания, а значение величины ($t_0 + t_{подг}$) в его составе – времени реагирования и подготовки людей к эвакуации ($t_{р.л}$) – должно назначаться не ниже 220 с, установленных в ходе данных исследований.



Рисунок 6 – Результаты действия персонала поликлиники после срабатывания СОУЭ:
а) через 50 с; б) через 79 с; в) через 129 с; г) через 174 с

При этом на каждом из занятий по тренировочным эвакуациям следует тщательно отработать алгоритм руководства персоналом организации времени начала эвакуации пациентов.

В **Главе 3** «Методика оценки возможности безопасной эвакуации и спасения людей во время пожара из зданий лечебных учреждений различного функционального назначения» говорится о том, что безопасность людей при возможном пожаре в зданиях лечебных учреждений требует выполнения условия $t_{эв} \leq t_{н.б}$. Его графическая интерпретация, учитывающая стохастичность процессов эвакуации и динамики ОФП, может быть представлена распределениями вероятности времени эвакуации людей ($t_{эв}$) и времени достижения опасными факторами пожара ($t_{н.б}$) критических уровней воздействия на последовательных участках путей эвакуации: из помещений, с этажа, в лестничной клетке (рис. 7).

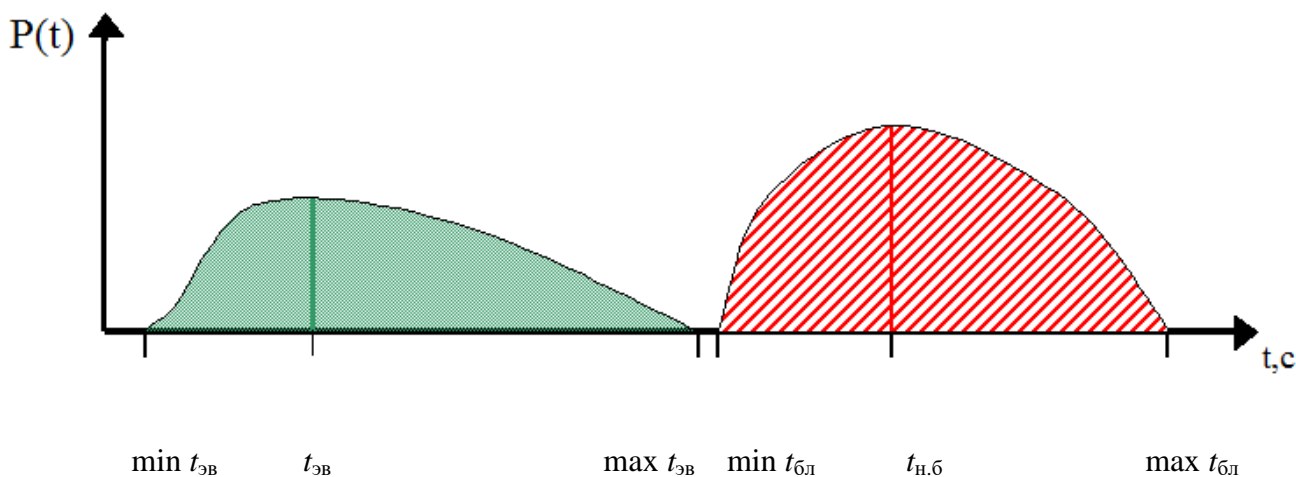


Рисунок 7 – Требуемое соотношение между расчетным временем эвакуации и необходимым временем эвакуации

С этой целью в диссертационной работе были проанализированы результаты моделирования многочисленных вариантов (более 80) динамики ОФП, осуществлённые в предыдущих исследованиях, и выполнены расчёты $t_{н.б}$ в помещениях и в контрольных точках этажа корпуса лечебного стационара при соответствующей пожарной нагрузке.

Обобщение полученных результатов позволяет считать, что время безопасной эвакуации из помещений медицинских стационаров может составлять 25–35 с. Как видно, это время меньше даже величины времени начала эвакуации $t_{н.э}$ пациентов начальных групп потери возможностей, способных эвакуироваться самостоятельно. Не говоря уже о пациентах третьей и четвёртой групп, которых приходится спасать персоналу. Следовательно, для обеспечения возможности безопасной эвакуации посетителей зданий лечебных учреждений необходимо оборудовать их помещения современными системами автоматического пожаротушения и противодымной вентиляции, производство которых обеспечили к настоящему времени отечественные разработчики.

Время безопасной эвакуации с участков коридора этажа здания зависит от степени дымонепроницаемости дверных проёмов, которые в настоящее время в расчетах индивидуального пожарного риска в большинстве случаев не учитываются.

Установлены расчётные значения времени своевременного достижения зон противопожарной безопасности пациентами терапевтического и хирургического стационаров.

Сопоставительный анализ расчётов времени безопасной эвакуации пациентов стационарно-терапевтического корпуса персоналом без использования лифтов и спасателями при помощи лифтов для пожарных

подразделений определяет области целесообразного использования каждого из этих способов организации эвакуации. Он показывает, что возможность использования персоналом средств внутреннего транспорта для эвакуации пациентов значительно увеличивает скорость эвакуации. Показано, что при этом целесообразно заменить переноску пациентов на носилках их транспортировкой на кроватях-каталках. Для увеличения производительности лифтов рекомендовано увеличение ширины проёма шахты лифта до 1,8 м, что позволяет загружать в лифт одновременно двух пациентов.

Одной из наиболее трудных задач, возникающих при проектировании зон безопасности в зданиях со стационарами, является определение количества людей с ограниченными возможностями передвижения. Методология его определения в нормативных документах отсутствует. С целью решения возникающей в связи с этим задачи, в диссертационной работе предлагается использовать данные отделов медицинской статистики, в которых формируется отчёт о пребывании пациентов в отделениях лечебных учреждений за сутки. Этот отчёт затем передаётся в пожарную часть, обслуживающую данное медицинское учреждение.

В работе проанализированы данные о наполняемости 24 медицинских подразделений за 3 года, размещаемых в стационарно-терапевтических и стационарно-хирургических корпусах ГБУЗ МО МОНИКИ. Для этого использованы статистические данные отдела пожарной безопасности, насчитывающие 297 000 значений. Они представлены в процентных соотношениях, поэтому полученные на их основании результаты могут быть распространены и на другие медицинские учреждения аналогичного типа. Этот методологический приём применяется впервые.

Его результаты показывают относительно небольшой процент пациентов в зданиях стационарно терапевтического профиля, которых будет необходимо транспортировать – от общего количества всего контингента такие пациенты будут составлять 5–20 %. Однако в некоторые дни процент людей, требующих эвакуации при помощи носилок, может превышать 20 %.

В подразделениях стационарно-хирургического корпуса прослеживается увеличение количества пациентов, которых требуется транспортировать. Так, в отделениях кардиохирургии и в нейрохирургическом отделении количество пациентов, требующих транспортировки, достигает 35%. В отделении же травматологии процент пациентов, которых будет необходимо транспортировать, достигает 70–80 %.

В **Главе 4** «Повышение уровня функциональной пожарной безопасности пациентов в зданиях лечебных учреждений» определено, что в зданиях стационарно-хирургического типа с помещениями операционных и реанимации характерно нахождение пациентов, не подлежащих экстренной транспортиации (рис. 8).



Рисунок 8 – Экстренно-нетранспортабельные пациенты в помещении реанимации

При возникновении пожара этим пациентам должна быть обеспечена противопожарная защита в этих помещениях, т.е. помещения операционного блока и реанимации должны быть зонами пожарной безопасности. Методика проектирования противопожарной защиты таких помещений отсутствует. К тому же необходимо учитывать, что они должны соответствовать требованиям, предъявляемым к «чистым» помещениям. Нормативных требований к системам противодымной вентиляции в чистых помещениях обнаружить не удаётся.

Результаты работы, изложенные в этой главе, актуализируют вопросы использования лифтов для эвакуации людей с ограниченными возможностями, тем более, что подразделения лечебных учреждений часто размещаются в многоэтажных зданиях.

В рамках данной работы предлагается использовать в старых зданиях лечебных учреждений больничные лифты в качестве лифтов для транспортировки пожарных подразделений (рис. 9). Но для этого необходимо провести комплекс инженерно-технических мероприятий для приведения больничных лифтов в соответствие с нормативными требованиями пожарной безопасности, а кабины шахт лифтов необходимо расширить до 1,8 м, чтобы в них помещалось две каталки одновременно. Для увеличения оперативности рекомендуется устройство лифта проходного типа.

Решение об использовании лифтов особенно актуально для операционных блоков и реанимационных палат. Но в системе защиты, продемонстрированной в работе, внимание акцентировано на обеспечении защиты непосредственно самих реанимационных палат и операционных блоков. В качестве защитного мероприятия рассматривается, прежде всего, возможность применения коридора безопасности с подпором воздуха в

данное помещение. В случае же проникновения пламени в помещения реанимационного отделения или операционного блока предполагается автоматическое укрытие оборудования и кроватей с пациентами водонепроницаемой тканью и тушение пламени термически активированной водой.

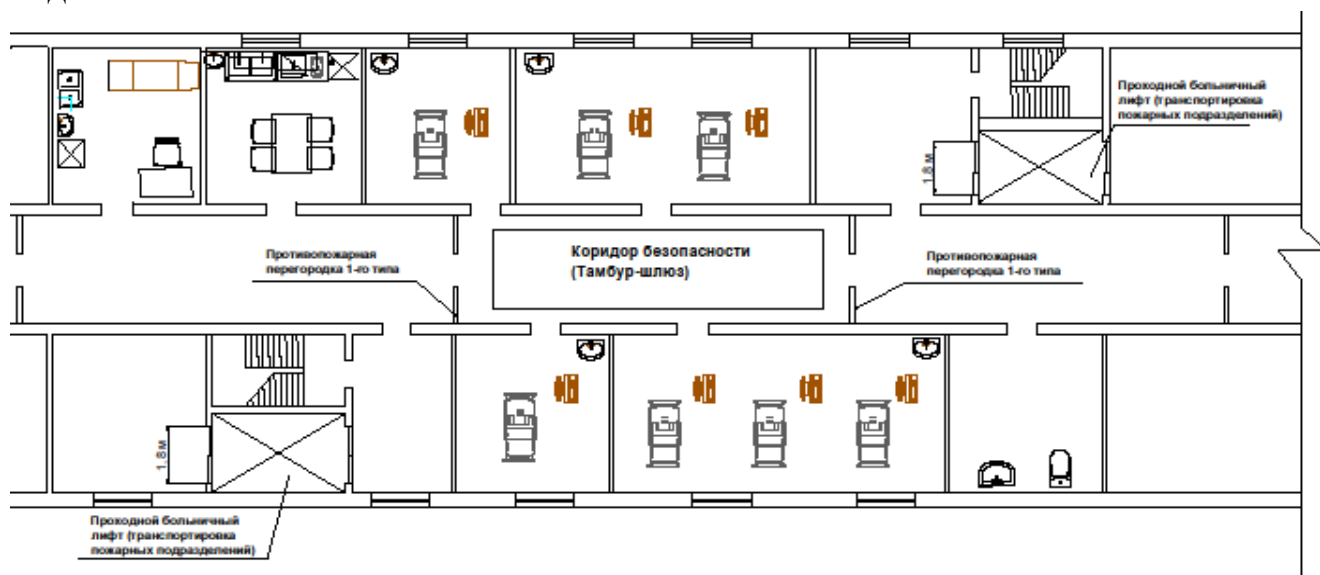


Рисунок 9 – Схема противопожарной защиты в стационарно-хирургическом корпусе

Создание противопожарной защиты операционного блока позволяет закончить операцию пациента и организовать его эвакуацию во время интенсивного пожара. Реальность таких предложений была продемонстрирована на примере здания кардиохирургического центра в г. Благовещенске, в котором 2 апреля 2021 года произошёл пожар (рис. 10).

Этот случай широко освещался центральным телевидением.



Рисунок 10 – Эвакуация из горящего здания кардиохирургического центра в г. Благовещенске

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Неопределённость международного понятия «люди с ограниченными возможностями» и отсутствие анализа обеспечения их противопожарной защиты в государственной программе «Доступная среда» определили актуальность проведения специальных исследований в зданиях лечебных учреждений – в традиционных аккумуляторах людей с различного рода ограничениями здоровья.

2. Внимательный анализ режима суточной эксплуатации зданий многофункциональных медицинских центров позволил подразделить их на виды в зависимости от продолжительности непрерывной эксплуатации и способности находящихся в них пациентов к эвакуации в случае возникновения пожара:

- амбулаторно-поликлинические корпуса;
- корпуса стационарно-терапевтического лечения;
- корпуса стационарно-хирургического лечения;
- лабораторно-диагностические (исследовательские) корпуса;
- общий входной блок помещений.

3. Находящиеся в зданиях лечебных учреждениях пациенты имеют принципиально разные ограничения возможностей передвижения при эвакуации: способные к самостоятельной эвакуации и неспособные к эвакуации. Выявление среди основного функционального контингента зданий лечебных учреждений групп людей, способных, несмотря на имеющиеся ограничения возможностей, к самостоятельной эвакуации (пациентов и персонала), определило предмет исследований: установление зависимостей между параметрами движения пациентов, способных к самостоятельной эвакуации.

4. Отсутствие полноценной эмпирической базы данных о движении таких пациентов продиктовало необходимость организации и проведения их не анонсированной, но безопасной тренировочной эвакуации. Не анонсированная эвакуация была организована и проведена в амбулаторно-поликлиническом корпусе Московского областного научно-исследовательского клинического института им. М.Ф. Владимирского. Её проведение позволило получить достаточную статистическую базу данных ($n = 291$) времени начала эвакуации ($t_{н.э}$) и данных ($n = 957$), необходимых для определения расчётного времени эвакуации (t_p).

5. Значение установленного времени начала эвакуации оказалось в 3–4 раза выше нормированного Методикой определения расчётных величин индивидуального пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности. Величина времени

реагирования и подготовки людей к эвакуации ($t_{р.л}$) должна назначаться не ниже 220 с, установленных в ходе проведенных исследований.

6. Впервые установлен вид случайной функции $V = \varphi(D)$, описывающей закономерности связи между параметрами потоков людей, имеющих ограничения возможностей: $V_{в}^3 = V_0(1 - \ln(D/D_0))$, и определены значения входящих в неё параметров.

7. Среди контингента пациентов, не способных к самостоятельной эвакуации, впервые выделены те, кто не может быть экстренно транспортирован из-за сердечно-сосудистой или дыхательной недостаточности, компенсируемой аппаратами жизнеобеспечения, то есть экстренно - нетранспортабельные пациенты.

8. Классификация пациентов выявилась, так сказать, «автоматически»: пациенты, не способные к самостоятельной эвакуации, не посещают амбулаторно-поликлинические корпуса – в них они не могут получить функционально необходимую помощь, так как требуют стационарного лечения. Такая категория людей была ранее неизвестна в методологии категорирования по функциональной пожарной опасности. Для обеспечения пожарной безопасности таких людей требуется организация необычных зон пожарной безопасности. В настоящее время методология проектирования таких зон отсутствует не только в нашей стране, но и в других странах мира.

В работе впервые предложена методика установления расчётного количества людей, требующих организации поэтажных зон пожарной безопасности. В работе проанализированы данные о наполняемости 24 медицинских подразделений за 3 года, размещаемых в стационарно-терапевтических корпусах ГБУЗ МО МОНИКИ (297 000 значений). Они представлены в процентных соотношениях, поэтому полученные на их основании результаты могут быть распространены и на другие медицинские учреждения аналогичного типа.

9. Определённый в диссертационной работе предмет исследований явился ключом анализа и путеводителем решения проблем пожарной безопасности пациентов в зданиях лечебных учреждений, посвященных совершенствованию методологической основы нормирования системы эвакуационных путей и проектирования зон пожарной безопасности, организации эвакуации людей с ограниченными возможностями, обеспечению их безопасности во время пожара. На его основании выполнен анализ расчётных схем эвакуации из помещений зданий лечебных помещений, который показал ограничение плотности людских потоков на путях эвакуации ($D = 4 \text{ чел/м}^2$), обусловленное функциональной организацией медицинского обслуживания. Также выявлена необходимость использования лифтов для эвакуации пациентов и разработаны предложения по использованию больничных лифтов в качестве лифтов для

транспортировки пожарных подразделений, которые в настоящее время отсутствуют.

10. Для повышения уровня противопожарной безопасности экстренно нетранспортабельных пациентов сделаны предложения по организации в помещениях операционного блока и реанимации зоны противопожарной безопасности, позволяющей продолжить их функционирование при развитии пожара и соответствующем выделении ОФП. Для этого предложены планировочные решения, средства пожаротушения и противопожарной защиты, защищённые в последние годы в Академии ГПС МЧС России.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК:

1. Сёмин, А.А. Концепции и реалии нормирования путей эвакуации в зданиях лечебных учреждений [Текст] / А.А. Сёмин, О.С. Зосимова, Д.А. Корольченко // Пожаровзрывобезопасность. – 2017. – Т. 26. – № 11. – С. 64–80.

2. Сёмин, А.А. Проблема организации безопасной эвакуации пациентов лечебных учреждений при пожаре [Текст] / А.А. Сёмин, А.М. Фомин, В.В. Холщевников // Пожаровзрывобезопасность. – 2018. – Т. 27. – № 7–8. – С. 74–88.

3. Сёмин, А.А. Натурная проверка противопожарной подготовки сотрудников объекта [Текст] / А.А. Сёмин // Пожаровзрывобезопасность. – 2019. – Т. 28. – № 2. – С. 57–65.

4. Сёмин, А.А. Расчётные данные для проектирования зон безопасности в зданиях лечебных учреждений [Текст] / А.А. Сёмин // Пожаровзрывобезопасность. – 2019. – Т. 28. – № 6. – С. 52–70.

5. Семин, А.А. Установление закономерностей связи между параметрами потоков, состоящих из людей с ограниченными возможностями передвижения [Текст] / А.А. Сёмин, В.В. Холщевников, М.А. Роганина // Пожарная безопасность. – 2020. – № 4(101). – С. 71–81.

6. Семин, А.А. Исследования значений времени начала эвакуации в зданиях лечебных учреждений [Текст] / А.А. Сёмин, В.В. Холщевников, И.А. Тактаев // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2021. – № 23(1). – С. 105–115.

Остальные публикации по теме диссертации:

7. Сёмин, А.А. Проблемы организации зон временной безопасности в зданиях медицинских учреждений [Текст] / А.А. Сёмин, В.В. Холщевников // Сборник материалов VIII научно-практической конференции «Ройтмановские чтения». М.: Академия ГПС МЧС России, 2020. – С. 106-109.

8. Сёмин, А.А. Проблемы обеспечения безопасности людей [Текст] / А.А. Сёмин // Материалы XX Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых учёных «Строительство – формирование среды жизнедеятельности». – М.:

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, 2017. – С. 508-510.

9. Сёмин, А.А. Концепции и инновации архитектурно-строительного образования [Текст] / А.А. Сёмин, В.В. Холщевников // Сборник тезисов докладов научно-практической конференции «Функция, конструкция, среда в архитектуре зданий : Актуальные вопросы проектирования зданий и сооружений». – М.: Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, 2019. – С. 11-12.

10. Сёмин, А.А. Доступная среда зданий лечебных учреждений. Учебно-методическое пособие: Хрестоматия [Текст] / А.А. Сёмин, Т.Г. Меркушкина / Под ред. В.В. Холщевникова. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2021. – 211 с.

Подписано в печать 26.11.2021. Формат 60×84 ¹/₁₆.

Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,0. Тираж 100 экз. Заказ № 302

Академия ГПС МЧС России. 129366, г. Москва, ул. Б. Галушкина, 4